

This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

#### Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + Refrain from automated querying Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

#### **About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



#### Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

#### Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + Beibehaltung von Google-Markenelementen Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

#### Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter http://books.google.com/durchsuchen.

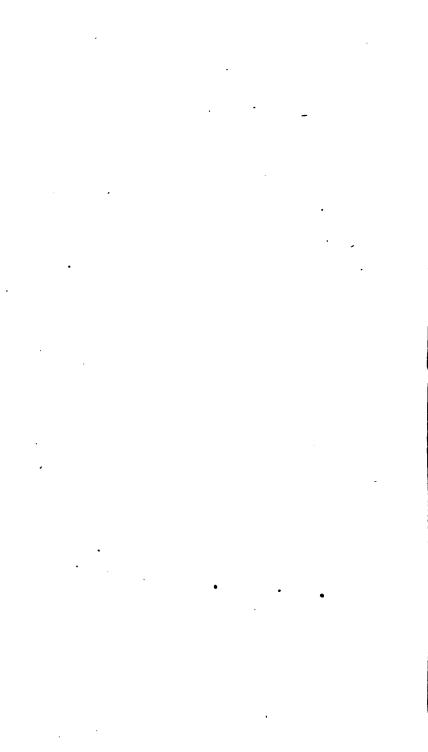


J. B. Bists Auglangbyrand San forfafings Nabashafan . Aul Sun Friedricht non Friedr. Wag 160. (4 of 16gs) Basten. 1819. XVI. 1 872 8.



# THE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

PRESENTED BY
PROF. CHARLES A. KOFOID AND
MRS. PRUDENCE W. KOFOID



## Bollftanbiger und faglicher

## Unterricht

in ber

# Maturlehre.

In einer Reihe von Briefen.

Mit Rupfern.

Rene gang umgearbeitete Auflage,

Bon/HUBE

Dichael Hube,

Seneraldirettor und Professor in Barschau.

Vierten Banbes Erfte Abtheilung.

Leipzig, ben Georg Joachim Göschen, 1801.

GIFT

Q158 H77 1801 V.4

Inhalt bes vierten Banbes.

Erfte Abtheilung.

L Die Chronologie.

Stunden, Tage, Jahre und Monate. 1. Brief. Geite 3 bis 11

### IL Spharifche Aftronomie.

Pole und Are bes himmels. Tagefreise. Kulminiren ber Sterne. Ihre Morgenweite und Abendweite. Durchs gangsfernrohr. Fabenbrepede. Azimutalquadrant. Uebers einstimmende Sohen ber Sterne. Wie man die Polhohe findet. Erster Scheitelfreis. 2. Brief. S. 11—22

Sterntag und Sternzeit. Stundenfreise. Zeitbogen und Stundenwinkel. Abweichung und Zeit bes Durchgangs der Sonnenscheibe durch den Meridian. Parallelfäben und Stundenfäben. Milrometer. Die gerade Auffteit gung. Parallaftische Maschine. Schiefe Aussteigung.

Aufsteigungeunterschieb. Tagbogen eines Sterns. Bie man die Sohe eines Sterns ober feine Morgenweite und Abendweite burch Rechnung finden fann. 3. Brief. S. 22-40

Dammerung und ihre Dauer. Sehungebogen ber Sterne. Efliptit. Ihre Schiefe. Koluren. Simmlische Zeichen. Zeit ber targeften Dammerung. Obhe ber Atmosphare. Bennzigfter. 4. Brief. S. 40 — 56

Breite und Lange ber Sterne. Breitenkreife. Jesige Schiefe ber Etliptik. Mittlerer Lauf ber Sonne. Mitti, lerer Mittag und wahrer Mittag. Sonnenzeit und Gleischung ber Zeit. Probiruhren. Aftronomische und bur: gerliche Zeit; laufende und verfliofine Ursachen ber Ungleichsormigkeit ber Sonnenzeit. 5. Brief.

Ø. 56-66

Barruden ber Machtgleichen. Platonifdes Jahr. Eropt: fches Jahr. Sternjahr. Sternbilber. 6. Brief.

Ø. 67 - 74

## III. Theorische Aftronomie.

- Mondebrache. Planeten und ihre Afpetten. Spyggien. Urfache und Ertlarung ber Mondbruche. Sternmonat. Periodischer Monat. Synobischer Monat, Mondens jahr. 7. Brief.
- Wie man die Straflenbrechung burch Beobachtung findet. Parallare ber Sterne. Horizontalparallare und Sobens parallare. Horizontaler Durchmesser bes Mondes. Wie man die Parallare burch Beobachtung findet. Aequatos rische Parallare. 8. Brief.
- Entfernung und Große bes Montes und ber Sonne. Erd; ferne. Erdnahe. Apfiben, Sonnenferne. Sonnennabe.

Etzentrigität, Anomaliftisches Jahr. Anoten ber Monde bahn. Wie man fie beobachtet. Neigung ber Mondbahn gegen die Etliptit. 9. Brief. S. 95 — 104

Anomaliftifcher Monat. Drachemmonat. Monbfleden. Drehung und Sowanten bes Mondes. Bahricheinliche Befchaffenheit ber Monbflache. 10. Brief.

6. 104-116

Sonnenflecken und Drehung ber Sonne. Ihr Aequator. Befchaffenheit ihret Oberfläche. 11. Brief.

G. 117-128

Mondfinsterniffe und Sonnenfinsterniffe. Ihre Großen und Grengen. 12 und 13. Brief. S. 128 — 147.

Drehung der Erbe und Bewegung um die Soune. Folgen berfolden. 14. Brief. S. 147--- 155

Parallage ber Fipfterne. Abirrung bes Lichts. Goschwinz bigloit besselben und Finsternisse der Trabanten Jupis ters. 15. Brief. S. 155 — 166

Planeten, obre und untre. Sauptplaneten und Rebenplas neten. Erflärung ihres fceinbaren Laufs. Obre und untre Zusammentunft der untern. Ausweichung derfels ben. 16. Brief. S. 166—176

Segenscheine ber obern Planeten. Umlaufszeiten ber Plas neten. Spnobische Jahre derselben. Ihre Entfernungen von der Sonne. Anoten der Planetendahnen. Ihre Beigung. Seliozentrische und geozentrische Breite und Länge der Planeten. Bertürzte Entfernung. Argument der Breite. Bintel an der Erde. Wintel an der Sonne. Parallage der Erbbahn. 17. Brief. G. 176—189

Die Planeten bewegen fich in Ellipfen. Asplerische Theos rie. Etzentrischer Areis. Der Führer. Wahre Anomas lie. Etzentrische und mittlere. Ateichung det Mittels puntts. Wie man eine Anomalie aus ber anbern finbet. Epoche ber Bewegung eines Planeten. Elemente feiner Bahn. Bewegung ber Apfiben ber Erbe und anomalifits foes Jahr. 18. Brief. 6. 189 — 206

- Das Sonnenfpstem. Herschel. Saturn; seine Ringe und ihre Anotenlinie; seine 7 Monde. Jupiter und seine 4 Monde. Jovilabium. 19. Brief. S. 207 219
- Mars. Die Erbe. Benus und Mertur. Erscheinungen ihres Lichts. Abendstern. Morgenstern. Durchgang ber untern Planeten durch die Sonne. Tabellen. 20. Brief.
- Durchgang ber Benus burch bie Sonne und Bestimmung ber Sonnemparallare ans ihrer Beobachtung. Die Ros meten. 21. Brief. S. 235-243
- Bahnon Ber Rometen und thre Berechnung. 22. Brief. 6. 244-255
- Das Weltgebaube. Seine unermeßliche Größe. Die Nes beiffecten. Die himmelstugeln. Ringtugeln. Plantglos bien. Planetenmaschinen. 23: Brief. S. 255 266

### IV. Erfte Grunbe ber Dechanit.

- Bewegung, atsolnte und relative, gleichförmige und uns gleichförmige, beschleunigte und verzögerte. Ihre Richt tung und Geschwindigkeit. Steichförmig beschleunigte. Bey ihr verhalten sich die Raume, wie die Quadrate ber Betten. 24. Brief. S. 266 — 277
- Bufammenfehung ber Bewegung überhaupt; ahnlicher Ber wegungen insbefondere. Bertzeng um diefe Zusammen: fehung finnlich ju machen. 25. Brief. 6. 277 287

Aragheit ber Körper. Arafte, gleichstruige und: augleich förmige, Ihre Stoffe und Zusammensehung: 26. Shief. S. 188 — 296

Elementarfrafte und Cotalfrafte. Die fortgehende Bemes gung. Dichtigkeit und Schwere ber Korper. Ihr Ber wicht und Drud. 27. Brief. 6. 296 - 305

# V. Die Statif.

Sleichgewicht schwerer Korper. Potenz. Bebel. Entfers nung ber Potenzen. Bintelhebel. Drefpunft. Unters lage. Bebel ber ersten und zwepten Art. 28. Brief.

Ø. 305 - 313

Orud auf die Unterlage bes Bebels. Einsache Maschinen. Bewegung ber Musteln. Kraft und Geschwindigkeit. Bebebaum. Brechstange. Kurbel. Wage. Schnellwage. Rolle. Rab an ber Welle. Rloben und Flaschenzuge.

29. Brief.

Geneigte Cone. Auflofung ber Krafte. Relatives Bes wicht. Rell und Schraube. 30. Brief.

S. 321 - 329

Schwerpuntt ber Korper. Gleichartige Korper. Ble man ben Schwerpuntt findet. 31. Brief.

**⊘**. 330 — 340

Eigenschaften bes Schwerpuntts und Ertlarung verschiebe ner Erscheinungen. 32. Brief. S. 341 - 351

#### VI. Fortsegung ber Mechanif.

Fall fcwerer Körper. Berfuche bes Galilei. Fall auf geneigten Ebnen. Beicher Sohe eine Geschwindigkeit 3utommt. 33. Brief. ©. 351 — 359

Semmefas fichrera Rorper. Cleichformig verzägerte Bewe: gung. Burfmeite einer Bombe. Erhebungswinkel. 34. Butef. ©. 359 — 369

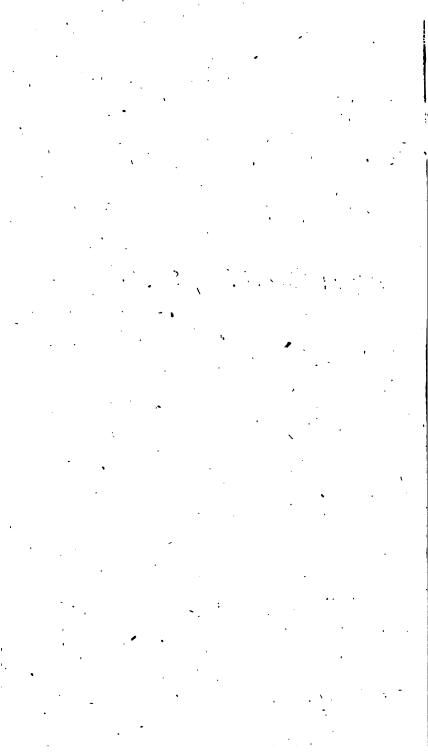
Parabolische Theorie. Krummlinichte Bewegungen übers haupt. 35. Brief. S. 369 — 377

Rreisbewegung. Zentralfraft. Schwungfraft. Schwung: maschine. 36. Brief. S. 377 — 392.

# Physikalische Briefe.

ierter Banb.

M



### Erster Brief.

Die Erfindung und Berbefferung ber Kernrobra bat unfehlbar am meiften baju bengetragen, bag Die Sternfunde in den beiden lettern Jahrbuns berten größere Fortidritte gemacht bat, als in einis gen Jahrtaufenben borber, fo mett unfre Gefchichte Diese Wiffenschaft, welche fich mit ben Bewegungen und den Eigenschaften ber himmlifchen Rorper beschäftigt, ift in ihrem gegenwartigen Bus fande eine der pollfommenften, vortrefflichften und angenehmften. Denn fie erhebt unfern Geift uber Die Erbe ju bem Genuffe, bes erhabenften, größten Schauspiels in ber Ratur; fle jeigt ibm Die ewigen-und einfachen Gefege Diefes himmlifchen Schanspiels; fle entwickelt in ibm Begriffe, Deren Broke Die Grengen ber Menscheit ju überfteigen fceint, und erfullt ibn mit Ehrfurcht und Anbetung gegen ben allmachtigen Schopfer fo vieler Millionen von Belten.

Aber auch auf die Seschäfte des gemeinen Lebens erftreckt fich der Rugen der Set ernt un be oder der Aftronomie. Sie wiffen, daß man feine Landfarten, feine Seefarten haben tonnte, wenn man nicht die Lange und die Breite der verschies denen Dertet auf der Erde mußte. Diese aber findet man bloß burch Julse der Sternfunde. Ohne sie hatten wir also weder Erdeschreibung noch Schiff

fahrtsfunde. Je vollfommner fie ift, je richtiger und häufiger man den himmel beobachtet, um defto richtiger werden auch unsere Karten, um defto leichster ift man im Stande, sowohl zu Lande als auch zur See den Ort, wo man fich befindet, in jedem vortommenden Falle durch seine Länge und Breite zu bestimmen.

Ueberdiefes ift ben allen Bolfern, felbft ben unausgebildeten, Die von ber Erdbefdreibung und ber Schifffahrt feine Renntniß haben, Die Sonne und ber Mond gleichfam Die allgemeine Uhr, nach beren laufe fie Die Zeit eintheilen. Ueberhaupt muß man die Chronologie, welche von ber Bestims mung und Eintheilung der Zeit ben ben verfchiebes nen Bolfern der Erde bandelt, und der gangen Ges fchichre zur Grundlage Dient, als eine Tochter ber Mitronomie anfeben. Diefer lettern baben wir aud bie Bequemlichfeit ber Ralender und ber Ubren gu banten. 3ch hoffe, bag es Ihnen nicht unangenehm feyn wird, wenn to mich ben biefer Sache etwas verwelle, um die gemeinen Begriffe der Tage, Dos nate und Jahre ju entwickeln, weil Sie badurd im Stande fepn werden, den großen Ginfluß unt befto beutlicher einzuseben, ben bie Bewegungen ber Conne und Des Mondes felbft auf Die gemeins ften Gefchafte bes Lebens baben, ungrachtet Diefe Dimmelsforper fo febr weit von uns entfernt find.

Der Tag, ober die Zeit, ba die Sonne über unferm Dorigente ift, unterscheidet sich durch sein Licht von der Nacht auf eine allen Thieren, und felbst den Pflausen, ungemein merkliche Art. Allein wir brauchen das Wort Tag auch noch in einem ans dern Nerstande, und perstehen die Zeie darunter, welche von einem Mittage bis zum aubern und

nachften verfließt. Diefe theilen wir in 24 gleiche Theile, welche wir Stun ben nennen. Jede Stunde balt 60 Minuten , jebe Minute 60 Gefunden n. f. w. Ein Zeitraum alfe von 24 Stunden ift ein Tag, er mag anfangen, wenn man will. Gob de Lage verfichen wir, wenn wir die Monats tage jählen. Bir fangen diese Tage allezeit mit ber Mitternacht an, und baben biefen Gebrand Don den Romern angenommen. Die Juben fam gen dagegen noch jest ben Lag mit bem Umere gange der Conne an, und baber bauert ihr Sate bat noch heutzutage von Frentags Abends, bis Sonnabends jum Untergange ber Conne. Die Italiener baben eine abnliche Gewohnheit. Wenn Die Betglode nach bem Untergange ber Conne bas Beiden giebt; fo fangen fle bie Stunden bes neuen Lages ju gabien an, und jablen fie nicht, fo wie wir, nur bis 12, fondern in einem fort bis 24. Jedoch hat man in ben italienischen Staaten Des Daufes Deffreich Diefe Mrt ju gabien in neuern Zeiten abgeschafft, und bafür die bes uns und in bem übeigen Europa gewöhnliche Mot Die Tage und Stunden ju rechnen eingeführt. Einige Biffer fingen den Lag bom Anfgange der Conne, andre bom Mittage an. 2nd in ben Stunden war eine große Berfchedenbeit. Biele Bolfer fannten Diefe Gintheilung bes Tages in 24 gleiche Theile gar nicht; ben andern waren bie Stunden Des eigentlichen und narurlichen Tages balb grbs for, bald fleiner, als die Stunden der Macht. Die Aftronomen fangen hentzutage den Tag mit bem Mittage, und I2 Stunden fpater, im gemeinen Leben, an; auch jablen fie bie Stune den von einem Mittage jum andern, bis 24, in cinem fort.

So bekimmt die Conne dund ihre gemeine fcaftliche scheinbare Bewegung pon Duen mach Ber ften den Lag, burch die befondre aber das Jahn. Bir feben beftandig auf ben Frubling den Come mer, auf diefen den Serbft, und julest den Binter folgen. Bas war natürlicher, als bem Zeitraume, welcher alle vier Jahrejeiten in fich begreift, und immer wieder von vorne anfangt, nachdem er fein Ende erreicht bat, einen befondern Ramen ju ge Und wie leicht icheint es nicht, die Daner Diefes Beitraums, wenigftens bennabe, in Lagen gu bestimmen? Denn da die Sonne fic das gange Arubjahr bindurch bis in den Commer binein nach and nach immer erbebt, fo darf men nur ju Aus fange des einen Sinthjahrs ihre mittagliche Sobe genau benbachten, ju Anfange bes nachffolgenben Krublings ben Tag bemerfen, wo fie ju Mittage wieder eben fo boch ficht, und die Tage jablen, Die zwifden beiden Beabachtungen verfloffen find. So fand Coffint 1713 ben 21 Mary Die mittagliche Sonnenbobe ju Paris von 41 Graden 33 Minus ten; den 20 Mary aber 1716 von 41 Graden, :27 Minuten, 10 Sefunden; und den 21 Mars 1716 von 41 Graden 31 Minuten. Es folat bierans, daß das Jahr mehr, als 365, und wes niger, als 366 Sage balt. Der Unterschied beider Mittagsboben von 1716 beträgt 23% Minuten in 24 Stunden, und der Unterfchied zwifden der Sobe bom 21 Mari 1715, und der vom 20 Mari 1716 macht 5% Minuten. Wenn aifo die Dabe, Der Sonne in 24 Stunden um 23% Minuten machft, fo muß fie, nach ber Regel Detri, in 5 Stunden 52 Minuten 27 Sefunden um 53 Minuten junebe Die Sonne erreicht alfo, ihren vorigen Ort am himmel, von welchem offenbar ihre Mittags

pihe abhängt, in 365 Tagen, 5 Stunden, 52 Minuten 27 Sefunden, und so groß ware daher bas Jahr. Wenn man ein Mittel aus vielen ders guichen Berbachtungen nimmt, so findet man, daß es 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten  $48 frac{1}{25}$  Ses' funden halt.

Demungeachtet bauerte es febr lange, ebe man Die wahre Große bes Jahres auch nur ungefahr fannte, und felbit die Romer mußten febr lange micht, wie viele Tage auf ein Jahr geben. batten unter dem Romulus ein Jahr von 304 Zas gen, weiche in 10 Monate bertheilt maren. - Es fing mit bem Mary an, und daber buben noch jest Die lettern Manate unfores Jahrs, der September, Oftober, Rovember und December, Die Ramen bon der Ordnung, in welcher fie auf ben erften Monat bes Sabrs, ben Dary folgten. fugte 51 Tage und 2 neue Monate, ben Januar und Februar, ju dem Jahre Bingu. Aber Diefes moolfommue gabe bon 355 Tagen gerieth julept, wegen ber unterlagnen Ginschaftungen, in eine folche Unordnung, daß Julius Cafar, 45 Jahre vor Chriffi Geburt, fich genothigt fab, einen gang nenen Ralender einzuführen, ber noch jegt nach feinem Ramen ber Julianifche genannt wirb. In Diefem maren immer bren auf einander folgende Jahre gemeine Jahre von 365 Tagen, Das vierte aber war allezeit ein Schaltiabr von 366 Lagen. Denn man batte baben angenommen, bag bas Jahr eigentlich 365 Tage, ober 365 Tage und 6 Ctuns ben balte. Der Unfang Des Julianiften Jabres war gleich nach der Binterfonnenwende. 'Da es aber Aber te Minuten ju groß angefest mar, fo berurfacte Dieses in 400 Jahren einen Unterschieb von etwa 3 Lagen, um welche fich fein Anfang

parfichtet batte. Bur Beit bes Kongilimm in Mir cha, 325 Rabre nach Chriffi Geburt, fiel die Broblingenachtgleiche, von welcher, nach ben Schlafe fen Diefes Songillums, Die Feier Der driftlichen Offern abbangt, auf ben 21 Mary bes Julianifchen Ralenders; aber im fechjehnten Jahrhunderte war Se foon vom 21 bis auf den 10 Mary vorgeruckt. Daber ließ Pabft Gregor XIII ben Julianischen Ralender verbeffen, und einen neuen Ralender 1-582 ben ben Ratholiten einfuhren, ben man ben Gres gorianischen neunt. - Man ließ damals 10 Tage weg, und jablte gleich nach bem vierten ben 15 Ottober, um Die Rachtgleiche wieder, fo wie jur Zeit Des Rougiliums ju Ricaa, auf ben 21 Rarg ju bringen. Daber tommt es, daß die ber Gries difden Rirde gugethanen Bolfer, weil fie fic noch immer bes Julianifchen Ralenders bedienen, ibr Jahr'um II Lage fpater anfangen, als wir.

Der Mond bat auf die Eintheilung ber Beit faft einen eben fo großen Gutfluß, als Die Sonne. Denn er erfcheint uns ungefahr fo groß, als biefe, ge erleuchtet unfere Rachte, und verandert daben feine Geftalt auf eine febr mertwurdige Beife, Ins fange erscheint er, als ein belles horn, indem er hald nach der Sonne untergebt; nachher nimmt er immer mehr ju, wird juleht voll, und fcheint bie gange Racht über; bierauf nimmt er wieder ab, lagt fic blog gegen ben Morgen feben, und bers Schwindet endlich gang. Der Zeitraum, welcher Die gauge Reibe Diefer Beranderungen in der Geftalt Des Mondes in fic begteift, beift ein Ronat. Er balt giemlich genau 20% Tage. Daber theilten Die Bewohner warmerer Gegenden ihre Zeit voranglich nach Manaton ein, auf welche fie faft ims mer abwechseind einmal 29, und febann 30 Lage,

rechneten. Denn in biefer Gegenben ift ber bimi mel mehrentheils beiter, Die Rachte, aber find im Sommer dunfler und langer, als ber uns, und die Tone fo beiß, daß man mehr ben Racht, als ber Lage, reifet, jagt, und andre Befchafte vem richtet. Defhalb murde aud fung oder Diana por Alters als die Gottin der Jagd verehrt. Ben diefer Eintheilung der Zeit hatten bie Bewohner der man mern Begenden jugleich den Bortheil, das ibnen felbit der Mond am himmel den Anfang und Fortgang jedes Monats anzeigte. Beil man vier Sauptveranderungen in der Geffalt Des Mondes bemerft, ben Renmond, ben Bollmand, .. nd bie Biertel, und Diefe immer um fieben Tage rab einige Stunden von einander entfernt find, fo unterfchies den einige Bolfen Diefen Zeitraum von fieben Tas gen, und nannten ihn eine Bode.

Jene Bequemlichfeit, Die Monate immer mit dem Reulichte angufangen, und alfo ihren Korts gang felbit aus ber Geftalt bes Mondes ju erfent nen, war fo groß, daß viele Boller auf Die bes fondre Bewegung ber Sonne gar nicht achteten, fondern eine Reife von :12 wahren Monaten ein Schr nannten. Go entfand bas Mondjabr von 354 Lagen. Ja es gab, nach bem Beugniffe bes Blinins, in den alteften Zeiten Bolfer et welche nur swen, dren ober vier Mongte auf ein Jahr rechnes Das Mondight bon 354 Tagen ift beutzus tage ber ben Dubammebanern im Gebrauche, und der Aufang beffelben rucht nach und pach durch alle Jahrszeiten fort. Denn da es um mehr als eilf Lage farger ift, als das Sonnenjahr, fo dquest diefes noch eilf bis zwölf Tage fort, nachdem fic ienes fchen gembigt bat. Denn alfo auch gleich beibe Jahre einmal jugleich ben eufen Januar ane

fungen, so endlat fich bennech nachter bas Monde jahr Anfangs im December, hernach im Rovember, ferner ini Ottober u. f. w. Die alten Sriechen hatten auch ein Mondjahr, welches sie aber mit bem Sonnenjahre zu vereinigen suchten, und best, halb ju gewissen Zeiten mit einem ganzen Monate, den sie einschalteten, vergrößerten. Die Juden haben diese Einrichtung von den Griechen, deren Unterthanen sie ehemals waren, angenommen, und bedienen sich ihrer noch heutzutage.

Unfer Jahr, welches bis auf einige fleine Bers folebenheiten, fomobl' feinem Unfange als feiner Sintidtung nach vollig daffelbe ift, Das ber Dictas tor Cafar in Rom einführte, bangt gar nicht bom Monde, fondern bloß bon ber Conne ab. Es wird in 12 Thelle getheilt, Die man zwar Monate nennt, Die abet feine mabren Monate find, ba fie insgefammt, ben Februar ausgenommen, 30 ober 31 Tage halten, alfo um einen Tag ungefahr Tanger find, als Die mabren Monate. Wir ges winnen Daburd zwen wichtige Bortheile, baf nams lich alle Jahre einander fo gleich, als möglich, und backfens nur um einen Tag verschieden find, und Dann, daß Derfeibe Monat immer auf Diefelbe Jabres Brenlich fangen unfere Monate balb vom vollen lichte, bald bom erften, bald bom letten Biertel ant ja es giebt fogar jumeilen Dos nate, welche bas neue ober volle Licht zwenmal Saben. Mein Die Bequemlichfeit, ben gortgang Der Beit aus ber Geftalt Des Mondes ju beurthele len, marbe auch ben uns, und in allen fatten Sandern, nur febr geringe fenn. Denn im Soms mer find unfere Dachte fo bell, daß wir uns um ben Mond nicht viel befünmern. Ueberdiefts ficht er alebann mehrentheils is niedrig am Horizvite,

daß wir ihn nicht einmal sehen, wenn wir, nicht eine fehr frepe Anssicht haben. Im Winter aber ift der himmel ben und oft viele Togs nach einaus den beständig in Wolfen gehüllt, die uns den Apskillt des Wondes ganzlich rauben.

### Bwenter Bitef.

Um die mahren Ursachen der Erscheinungen der himmlischen Körper, die, wie Sie gesehen haben, selbst auf die Geschäfte des gemeinen Lebens einen so großen Einfluß haben, gründlich einzusehen, muß man sich vorher die Beschaffenheit jener Erscheis nungen umständlich und genau befannt machen. Der mit andern Worten: die physische Afros nomie, welche die Ursachen der Bewegungen und Erscheinungen der Gestirne erklärt, setzt allezeit die mathematische Afronomie voraus, welche von der Größe und Lage der Gestirne und ihren Bewegungen handelt. Wir mussen also zuerst diese, und die Resultate der ost sehr muhlsamen und schweren Beobachtungen und Untersuchungen der Afronomen etwas genauer kennen lernen.

Wenn Sie des Rachts den heitern himmel bes trachten, so erblicken Sie an ihm eine ungahlbare Renge fehr heller und zum Theil funkelnder Sterne, die ihre Entfernung von einander nie merklich vers andern. Man neunt fie Firsterne, weil sie an das Gewölbe des himmels wie angeheftet zu sepn scheinen, und sie bewegen sich alle zugleich bis auf

einen, in verfchiednen Rreisen von Often nach Bo Der eine Sigftern aber bon betrachtlicher Große, welcher gang unbeweglich ju fenn fceint, zeigt fich in einer ansehnlichen Sobe aber unferm Dorigonte gegen Rorben, und beift der Bolam 3mar findet man, wenn man ibn zu vers fchiednen Beiten und anhaltend mit guten Berfgens gen beobachtet, baß auch er fich bewegt, und einen fleinen Rreis um einen gewiffen Punft Des Sims mels beschreibt, welcher ber Rordpol genannt Mllein bennoch ift feine Bewegung nur ges tinge, und überdieß giebt es fleine Sterne, Die bem Pole noch, naber find, und faft nicht die ge ringfte merkliche Bewegung haben. In Der fublis den Salfte Des himmels findet man einen abnlisden feften Bunft, ben Gubpol; und obgleich fein Stern von betrachtlicher Große ibm fo nabe liegt, als bem Rordvole, so find bennoch in det Begend Deffelben ebenfalls fleine Sterne, die fic gar nicht merklich bewegen. Alfo ift Die gerade linie, welche durch die beiden Pole des himmels geht, in Anfebung bes gangen Spftems ber Sirs fferne, unbeweglich. Gie beift die Are Des Dime mels. Da nun die Firsterne ihre Entfernungen unter fich, vermbge ber Erfahrung, nicht andern, und folglich auch bon ben fleinen Sternen bet Pole immer gleich weit entfernt bleiben, fo muß das gange Spftem derfelben fich eben fo dreben, wie fich feste Puntte, Die man auf ber Oberflache einer Rugel bezeichnet bat, bewegen, wenn die gange Rugel um eine feste Achfe gebrobt wird. Jober Ripftern namtich muß einen Rreis befcbreiben, Der auf die Achse Des himmels fenfrecht ift, und feinen Mittelpunkt in Diefer Mofe bat. \*) Je naber Det \*) Einleitung 149.

Stern dem einen oder dem andern Pole iff, um defto kleiner wird sein Kreis. Daber fallen die Kreise der dem Rordpole naben Sterne ganz über ansern Horizont, und diese Sterne gehn den uns gar nicht unter. Die Kteist aber der entsernitern Sterne werden von unserer Horizontalebne dürchschnitten, und fallen zum Theil unter dieselbe. Diese Sterne geben also alle ben uns auf und unter; alle aber bewegen sich überhaupt von Often nach Westen, oder, wenn man das Gesicht gegen Ror; den sehrt, von det Rechten nach der Linken. Mies dieses stimmt auch mit der Erfahrung völlig überein.

Benn man fic bie Dabe nimmt, Die Lage fener feften Puntte, welche man die Dole des hims mels nennt, aufs genauefte ju bestimmen, fo findet man überall auf der Erde, daß fie in der Mittags; ebne eines jeden Orts liegen. Alfo foneiden fich alle Mittagsebnen der verschiednen Derter der Erde in der Achfe des himmels, und da fie sammtlich durch den Mittelpunft der Erde geben, fo geba and die Are des Dimmels burd benfelben. ift folglich qualeich auch die Une ber Erdfugel, und Die beiden Punfte, in welchen fie die Erdflache Durchfdneidet, find die Pole der Ende. Die Rreife, welche die firfterne zu beschreiben fcheinen, liegen folglich in den Chuen der Parallelfreife der Erbe, und find Parallelfreife Der himmelstug gel, unter welchen der bimmlifche Mequator, bet in der Cone ber linie liegt, der größte ift. \*) Rannennet fie auch Tagefreife, welt jeder Stern einen folden Breis in einem Zage zu durchlaufenicheint. Bon benen, welche der Porizont durche

<sup>&</sup>quot; Man febe ben Britten Brief bes erften Banbes.

foncibet, beift Befottbett ber Aber ben Sotigont fallende Theil ber Lagbogen eines Sterns.

Wenn man die Entfernungen gewisser Firsterne von einander, oder vielmehr die Wintel, unter welchen wir diese Entfernungen seben, mist, so sindet man sie an allen Orten der Erde gant volle sommen von gleicher Größe und die Sterne in gleichen tagen gegen einander, wenn gleich die Dere ter der Beobachtung einige hundert Meilen aus einauder liegen. Daraus folgt, daß ein Abstand von einigen hundert Meilen, in Ansehung der Firsterne, für nichts zu achten ist, daß wir alsp diese Sterne eben so sehen, als wenn unser Auge sich im Mittelpunkte der großen Augel befände, um deren Are sie sich sämmtlich so dreben, als wenn sie an ihre Oberstäche augeheftet wären, und daß, in Alnsehung ihrer, der scheinbare Horisont mit dem wahren völlig zusammensällt.

Die wahre Sotisentalebne von Barfcau burchfoneidet den Umfang der Dimmeletugel in einem gebften Rreife, weil fie burd ben Mittelpunft jener Ruyel gehe, and eben fo ift auch bet himmlische Megenator ein größter Rreis der Sichmelsfügel. iene Cone ift die Bertifallinie von Barichau, fo wie auf die Ebne bes Requators, die Achfe bes himmels fentrocht. Da nun Die Mittagsebne von Barfdau durch beibe Linten geht, fo ift fie auch auf beiden Chnen fentrecht (Ginleit. 139). Alfo muß die gerade Linte, in welcher fic Die Sorizone salebne von Barfcon und die Ebne des Requas tors durchschneiden, auf die Mittagsebne, folglich and auf die Mittagslinie von Barfchau, fentrecht fenn (Einleit. 145). Gie geht durch den Mittels punft ber Erde, und ba fie in ber Sorigontalebne

lient . getabe von Offen nach Weften, Des Gif burche faneibet alfo ber bimmlifche Regnater ben Dougent eines jeden Orts genan in Often und Weften, und ieer Stern, der fich im Mequator, befindet, gebte fo wie die Sonne jur Beit ber Rachtaleichen, bg fe fic auch im Aequator jeigt, gang genan in dem Offpuntte auf und in dem Weftpuntte unter. 2. Ein ieber anderer Stern aben, ber außer bem Mequator liegt, gebt entweder swifden Often und Borben, ober swifden Often und Gaben ouf, und chen fo mifchen Beffen und Guden ober Rorden Er bat, indem er aufgeht, eine gewiffe Entfernung bom Ofpunkte, eine gewiffe Dorgens weite, und, indem er untergebt, eine gemiffe Abendweite. Beibe Beiten aber find entweder nordlich ober fublich, und werden in Bonen bed Borizonts gemeffen.

Die Mittagsebne eines jeden Orts Durchschneis bet, weil fie durch die Are der himmeistugel gebte alle Lagefreife in amepen Bunften, und es fommt daber jeder Stern, mabrend eines jeden feiner Ume laufe, swenmal in jene Ebne. Gebt der Stern ben uns nicht unter, fo feben wir ihn das eine Ral in feiner größten, das andre Mal in feines ffeinften Dobe, wenn er bie Mittagsebne erreicht. Bebt er aber ben uns auf und unter, fo fleht en Das eine Dal am bochken über unferm Borigontes das amdre Mal bat er die größte Diefe unter bemg felben, wenn er durch unfre Mittagsebne gebt, (Einleit. 141), ungeachtet wir ibn wegen ben Undurchfichtigfeit ber Erbfugel nicht feben tonnen, wenn er unter dem Dorigonte ift. Die feben ibn ello alsbann blog einmal in nuferer Mittagsebnes

D. Man. febe ben britten Prief bet erften Bandes.

wenn er am hochfen ficht, eber fulminire. Bon feinem Aufgange an erhebt er fich nach und nach immer hober fibet ben Sprijont, bis er in auferm Meridiane fulminitt; nachher fenft er fic wiebet allmablich immer mehr; bis er julest untergebe: Co vetfalt fich auch die Sonne; fie fulminist ju Mittage', und ift um Mitternacht am tiefften uns per unfernt Dovigonte. Da Die Gonnenscheibe eine beträchtliche Bebfie Bat, fo ift eigenflich' ber Bette punte bes toabren Mittags berjenige, ba ibriMits telpunft fulminirt. Man muß baber die Bette punfte, da ber vorhergehende und ber nachfole gende Sonnenrand fulminivt', befonders beftimmen, und bas Mittel gwifden beiben, als ben Beits punft des mabren Mittags anseben. Man pflegt Das Rulminiren ber Sterne burch eigne Fernrobre, Die man Durchgangefernrbore (Instrumens de passage) nennt, ju beobachten. Gie find fo befes Rigt, bag fie fich blog in ber Mittagsebrie Benant und bewenter berbegen laffen, und ein Stern tale minire, wefft er in ihrer Mpe erfcheint. Maw hat ju Diefer Abficht auch große mit einem Ferntobre berfebene genan eingetheilte meffingne Quabrans fen, ble an einer Wand in ber Mittagsebne uns beweglich befestigt find. Ind fank man burch bas Rabenbreved sber burch jiben feine Sallen, Die man über einer auf bem Boden gejugnen Dies tanelinie in einer lothrechten Cone, in einiger Eust fernung von einander ausfpatint, bas Rulminiren Der Sterne besbachten.

Die Bewegung ber Firftere ift anfork gleiche formig, und fie burchiaufen immet in gleiche Frien vollfommen gleiche Bogen. Ihre Sobe wies dem Horizonte wächft an der Morgenfeite der Mitstagtebne eines sebem Duts nach und nach völlig eben

eben fo, ale fie an ber Uhoudfeite almablic abs nimmt, fo, bag fie, ju beiden Seiten jener Chue, in gleichen Entfernungen von ihr, immer gleich bod fteben. Diefe übereinftimmenben Dos ben erreichen fie, wegen ihrer gleichformigen Bes wegung, in gleichen Zeiten, wenn man bon bem Beitpunkte an, ba fie fulminiren, bormarts und rudwarts rechnet. Daber fann man, auch obne cine genaue Mittagelinie, bermittelft einer guten nbr, ben Zeitpunft, ba ein Stern fulminirt bat, finden, wenn man juerft an der Morgenfeite ben Beitpuntt, ba er eine gemiffe bobe erreicht, und nachben wieder den Zeltpuntt, ba er fich an der Abendfeite in berfelben Sobe jeigt, aufs, genauefte bemenft. Denn bas Mittel swifden beiben Beite punften ift der Augenblick, in welchem der Stern fulmintet bat. Getoft ben ber Sonne-fann man nach Diefer Merbobe verfahren, nur ift bier, wes gen ber eignen Bewegung ber Sonne, eine fleine Berbefferung nothig. 4

Man fann aber auch durch die übereinftims menben Soben eines Firfterns die Lage ber Dits tagelinge vermittelft eines fogenannten Agimutals quadranten bestimmen, Der and einem borijone talen gebortg eingetheiften Rreife beftebt, mit wels dem ein lothrechter, um den Mittelpunft jenes Areifes beimplicher Anabrant verbunden ift. benhachtet namlich an der Morgenfeite und Abende feite zwen übereinfimmenbe Doben eines Glernse und bomertt jugicid auf bem borijonealen Ereife die Bunte, melde niebann in der Cone des Quas dranten liegen. Durch Die Mitte Des swifchen beiben Buntten anthalenen Sogens und ben Dite telpunkt das Areifes gieht man, vermittelft eines febr feinen gabert, eine gerode linie, und befer Dube Matari. 4. 28.

figt biefen gaben, welches bie Mittagelinie aus zeigt, unabhangig von dem Chimutalquabransen. Dergleichen Beobachtungen wiederholt man mehrte remal, und benichtigt dadurch die Mittagelinie immer mehr.

Die Polbobe eines Dres lagt fich am leiche teften dadurch finden, daß man die größte und fleinfte Sobe eines Firfterns, Der Dafelbft nicht untergeht, genau beobachtet. Denn da Der Bol in der Mittagsebne eines jeden Orts liegt, und jeder Stern in Diefer Ebne feine größte und fleine fie Sobe erreicht, fo liegt er genau in der Mitte imischen beiden Boben. 5 Go fand man ju Des tersburg die gropte Sobe bes Volarfterns von 62 Graden 5 Minuten 35 Sefunden und die fleinfte son 57 Graden 48 Minuten. Bieht man nun wegen ber Straflenbrechung von jener 31, und von diefer 37 Sefunden ab, fo bleiben 62 Grad 5 Minuten 4 Sefunden und 57 Grad 47 Minus ten 23 Sefunden. Der Unterfchieb beträgt 4 Grad 17 Minuten 41 Sefunden; davon die Salfte ju der fleinften Sobe addirt, 50 Grad 56 Dis nuten 13 Sefunden als die Polbobe von Peterse burg giebt, Die aber noch einiger fleiner Werbeffes rungen bedarf.

Die Geobachtung ber Postose ift für die Erds
beschreibung von der außersten Wichtigkeit, weil sie allemal der geographischen Breite des Orts der Beobachtung, oder der Reigung der Bertikallinke des Orts gegen die Ebne des Asquators, gleich ist. Denn es sep C (Fig. 1) der Mittelpunkt der Erde, NS die Are derselben und des himmels, DE der Durchschnitt der Ebne des Nequators mit der Mittagsebne eines Orts, ZC die Bertikale linie und AB der Durchschnitt der wahren horis sontalebne desselben; so sind DCN, ZCB rechte Winsel und einander gleich. Rimmt man also von beiden den gemeinschaftlichen Winsel ZCN, so bleibt DCZ = NCB. Es ist aber DCZ die Reigung der Beristallinie ZC gegen die Ebne des Lequators, also die Breite des Orts, und NCB die Reigung der Are des himmels gegen den horizont, also die Polhohe. Die Breite ist stiglich der Polhohe gleich.

Die Sohe des Aequators an demselben Orte ift der Winkel DCA, der = ZCN ift. Sie macht also mit der Polodhe zusammen allemal 90 Grade, so daß man diese nur von 90° abziehen dars, wenn man jene haben will. Ift die Polodhe z. B. von 50 Graden, so beträgt die Hohe des Aequators 40 Grade, oder der himmlische Aequator durchschneidet an dem Orte den Meris dian in einer Höhe von 40 Graden über dem Horizonte.

## Anmerfungen.

1. Alle Sterne, deren Entfernung vom Nords pole nicht größer ist, als unsere Polhohe, gehen ben uns nicht unter. Es sep N der Nordpol, und AB unser Porizont, AZBSA aber unser Mitstagskreis, (Fig. 1.) so steht ein jeder Stern, wenn er durch diesen Areis geht, von einer Seite am niedrigsten, von der andern am höchsten. Ift er also, in seinem niedrigsten Stande in B, oder zwissichen N und B, mit einem Wortes ist seine Entssernung vom Pole nicht größer, als unsere Polhohe NB, oder NCB, so geht er nicht unter. Ist sie aber größer, so fällt sein Ort unter B, also unter den Porizont, wenn er am niedrigsten steht. Er

Als alsonn ben uns unsichtbar. Die Seite ZDAS ift die Mittagsseite, und die andre, in welcher der Rordpol liegt, die Rordseite. Da der Cequator ben uns nach Saden zu, in D, über den horizont keigt, nach Rorden zu aber, in E, unter denseiben fällt, so erheben sich auch alle Sterne gegen Süden zu am flächsen, und stehen gegen Norden am tiefsten. Ein Stern z. B. der, wenn er in Norden seht, sich zwischen B und E besindet, und also unter unsern Horizont sälltz erscheint an der Südseite zwischen A und D, und also über dem Horizonte.

- 2. Ef fen AEB (Sig. 111) ber horizont bou Barican, und AB der Durchschnitt feiner Ebne mit der Ebne Des Acquators ADB; fo fieht die Mits tageebne von Barican CDE fenfrecht auf AB. Alfo find ECB, DCB rechte Bintel, und CE ift Die Mittagelinie von Warfcau, E aber der Gudpunft Des Dorigonts, wenn ADB über AEB liegt. Bon Dem Gudpuntte aber find ber Dftpuntt und Beffe punft im Sotizonte um 90° entfernt. Alfo find A und B Diefe Puntte, in welchen jeder Stern, ber im Bequator fieht, über unfern Sprigont tres ten ober fic unter ibm verlieren muß, wenn et, ben Mequator burchlauft. 3d nenne hier name lich, bem gemeinen Gprachgebranche gemäß, Die Preislinie AEB ben Sorigont, in welcher unfre Dormontalebne Die himmelstugel ju durchschneiden fceint.
- 3. Benn in R und L (Fig. 3.) zwey Sterne find, so hängt ihre scheinbare Entsernung, oder der Binfel RAL, nicht bloß vom Bogen RL, sondern auch von den Linien AR und AL ab. Ift i. B. das Ange in T, so wird RTL die

sobser AT in Anshung der Sterne, und die Winsel RAL, RIL find, um desto mehr verschieden, je zwiser AT in Anshung der Linie AR ist. Da man mun aber überall auf der Erde jede zwen hierkennen vollkommen unter einerlen Winsel geht so muß jede Entsenung der Detter auf der Erde, wie AT, in Ausehung der Entserung der Fier heme AR, als nichts anzusehen senn. Denn bloß in dem Halle ist der Winsel RAL nicht größer, als RTL, wann A und T zusammensahen, oder einander, in Ausehung der Linie AR, unendlich nahe sind.

- 4. Eben wegen der besondern Bewegung, wels de macht, daß die Sonne den Tag über nicht völlig in einerlen Parallelreise bleibt, sondern ein halbes Jahr lang sich allmählich höher hinauf und ein halbes Jahr lang herunter windet, läst sich auch durch den Schatten eines bethrechten Stists die Mittagslinie nicht gang genau sinden, es sep denn, daß man sie auf diese Art zu den Zeit der Sonnenwenden zu bestimmen sucht, wo die Sonne viele Stunden nach einander sich von den Wendes freisen nicht im geringsten merklich entsernt.
- 5. Es sep N (fig. x12.) der Pol, Z der Scheitespunkt, DE der Hariant, ZDEZ der Metengskreis und AB der Durchschnitt des Tages swifes eines dem Pole nahen Sterns, so mird EA = EN + AN und EB = EN BN, also, da. AN = BN iff, EA EB = 2 BN, und ½ (EA EB) = BN. Es ift aber die Politike EN = EB + BN, ader der kleinsten Interschled greischen der gräften und kleinsten Siche addirt. Uedrigens neunt man den Punft

O, ber unserm Scheitelpunkte Z gerade entgegingen seit ift, und den Scheitelpunkt unfrer Gegenfüßler borstellt, das Nadir; und den Bertialtreis, der durch den Offpunkt und Westpunkt geht; dem aus fien Scheitelfreis. Liebrigens stellt num fich zuweilen durch einen Gtern einen mit dem Horis zuweilen durch einen Gtern einen mit dem Horis zuweilen Kreis vor, und diesen nennt nam das Almufantarat besselben. Ein socher Weeldist, so wie jede der Horisontalebne purakele Linte, voer Gebe der Horisontal voer wagrecht; so wie jede auf eine wagrochte Chae senkrechte Linte oder Ebne vertifal und lothrecht ist.

#### Deitter Brief.

Wenn Sie an irgend einem Tage Die Zeit bes Durchganges eines Firsterns burch die Mittagsebne oder burch ben bimmliften Meridian beobachten, fo werden Sie finden, daß berfelbe Stern nach 23 Stunden 56 Minuten: 2 Gefunden wieder im Des ridiane erfcheint ober fulminist, und bag überhaupt ein jeder Rieftern in diefer Zeit feinen fcheinbaren Umlauf um bie Erbe gang vollenbet. Man mennt baber jenen Zeitraute einen Sterntag und theilt ibn in 24 Sternftunben; wichtet auch jameilen Die Uhren fo sin; daß fie Sterngeit jelgen, Sat, wie ich foon fonft gefagt habe, die Drebung Det Firferne bollfommen gleichformig gefurben, fo Dag ben Stermen, Die in einerlen Tagfreile fieben, ihre Entfernungen von einander fich allemal wie

die Zeiten verhalten, welche zwifden ihren Durch gaingen burd ben Deribian verfficfen. geht der gange Bloquator, fo mie jeder gange Lage freis in einem gangen, der balbe in einem balben, fin Biertel in einem Biertel, fein Stotel in f Sterntage burd bie Mittagsebne. Da nun der Requator, forwie jede andre Areislinie, in 360 Brabe getbeilt wird, fo feben Sie leicht, bag in ieber Stockeffunde 25 Grabe, in jeber Sternminn, tt 15 Minnien, und in jeder Sternfefunde 15 Schuben baffelben: burd ben Deridian gehn ; folglich bag ein Grad einest jeden Tagfreifes 4 Mis nuten, und eine Minute 4 Sefunden Sterngeit brandt, um gang burch ben Meribian bindurch gu Daber ift es leicht nach diefen Grund, faten Bogen bes Mequators in Sterngeit, ober ums gefehrt Sterngeit in Bogen bes Aequators ju ver; wandeln. Wegen biefer Bermanbelung nennt man alle Mittagstreife der himmelstugel, alle burch ibre Pole gebende größte Rreife, Stun bentreife: den Bintel ANS (Fig. 114.), ben ein durch einen Stern S gehender Stundenfreis mit bem Deridiane bes Orts ber Beobachtung macht ben Grunbens winfel; und den gwifchen bem Deridiane und jenem Stundenfreise enthaltnen Bogen Des Megnas tors AS ben Zeithogen, well er, wenn mat ibn in Zeit vermandelt, anjeigt, wie viele Stern's jeit der Stern S noch braucht, um aus feinem Orte bis in Den Deribian ju fommen. Er ift bas Daaf des Seundenwinsits. . ...

Diese Bermundlung der Sternzeit in Bogen des Requators sest uns unter andern in dem Stand die Grabfe des Westantsseites eines Fami'obes auf eine beichte Met durch die Erfahrung zu finden. Denn wenn minn beobachtet; daß ein Stern bes

Mequators';. D. eine Minute Glangeit ürunge, mm das ganze Feld des ganz undewegten Fernreitut zu durchlaufen, so fiede man danank, daß das fie fichtstelle des Robes von 15 Minuten it, weil. 13 Minuten des Vequators in einer Minute. Stennt gelt durch das Felds deffelden gehn. Auf eben diese firt kunn man auch die Mikromeniur rühfen, indem man Achtung giebt, wie viele Aut ein Stenn in Gegnator nötzig, hat um von einem Haden bis all Gegnator nötzig, hat um von einem Haden bis all den andern zu gehangen, oder wie viele Estranbem gänge auf eine Limbongehen, dies er hariner gewiß fen Zeit zurückgelegt hat.

Benn aber der Stern, ben man jur Prufung braucht, nicht im Mequator, fondern außer ihm, liegt, fo muß man auf feine Abmeichung, obet ouf ben Bogen bes burch ibn gebenben Stundens freifes, der zwifchen ibm und bem Nequator liegt, Rucfficht nehmen und Rapinennt einen folden Stuns benfreis auch, wenn man, ibn jur Bestimmung bet Entfernung eines Sterne, bom Mequator braucht, ben Abmeidungefreis beffelben, und die Abs meidung felbft ift entweder nordlich oder fudlich, pachdem Der Stern über oder unter dem Mequator fiegt, Man findet fie, wenn man an einem Orte, beffen Polbobe, alfo auch Mequatorshobe, befannt ift, die Mittagshobe des Sterns genau beobache Denn der Unterschied Diefer Bobe und ber Bobe bes Aequators ift die Abweichung bes Sterns.

Je weiter ein Stern vom Requator entfernt je größer also seine: Abweichung ift, um besto lange famer bewegt er fich ben seiner taglichen Orehung um die Ure bes himmels, und zware wenn was kleinen Winkeln die Aeds ift, ziemlich genan nach Berhaltniß bes Rofinus feiner Abweichung. 2+ Wann pi S. ein Staur 60. Brad: Albaeichung hat? alfe der Rafinus, feiner Abweichmit dem belben, Sinns tatus gleich ift, und er braucht eine Minute Sterne wit, mm bon einem Raden bes Milrometens bis jum andeun: ju.geben, fo warben : wenn ben Stern im Megwater fande, 15 Minutes Des Meguaters breich das Alltifremeter gegangen febr. Da er aber eine indweichung von do Graben bat, und der Refined venish o Graden. - Fife of mul manite Minuten mit & multipligiren. : Dan, erbalt; babes 74. Minutent ale den Bogen bad Engivelles, bet Sterns, der winflich burds Mifrometer gegangen ift. Umgefehrt: muß man, ben Briben bes Lagfreie fes eines Sterns mit bem Anfines ber Abweidung Deffelben binibireng und nachber: in Beit f bermam bein, wehn't man die Dauer keines Durchgangs wiffen will. ... Der fceinbate Datchmeffer ber Sonne 1. Har den a Ditember: 170.e. pon 32! 34.14 ober bon 19541A Gibre Abreichung betrin bar mals -21 Brad All Minuten & G. Scinnben ... Der Loftung diefed Bourd ift oras & ... und giebt ... wells man 105411 mit ibm Boibirt, 200517 Gefan Diefen-Bogen theilt mammit: 15, um ibn in Sternzeit zu verwandein. Co erbalt man :: 2 Dh Aufen 4014 Sefunden als Diet Daner bed Americ ganges ber gongen Gonvenfcheibe burd ben, Mite ridian.

Man muß die Verwandlung der Bogan der Parallelfreise in Sogen des Moquaturs nie unter ioffen, wenn man die erstern mit größten Areisen der himmelstagel vergleicht, und ans der bevbacht seten Zeit die Gehste der Bogen bestimmen will. Denn da unser Auge sich im Mittelpunfte jener Angel hefindet, so erscheinen und alle Grade ihrer grüften Areise unter gleichen Minseln, dahingegen

die schliebare Gelfe bet Grade der Parallelfeift aud Berbaltnif bet Rofinus ibrer Abweichung, wie nimate. Wenn 4. 3. in einem Bernvohre bren feine Baben ausgespannt find (Fig. 115), babon stog A'B unb DE einander redeminflicht buodfreugen; ber britte abet FG fene unter einem Binfel von 44: Goaden burchicmelbet, fo fiellt man bus fami robe gewöhnlich fo, daß ein Stern, ber in E ein ftheine, langs bem Raben ED, ben mun auch bofb Balbiden Barallelfaben, fo wie AB ben Stumbenfaben; nennt, vermäge feiner täglichen Bewegung, durch bas Reld bes unbewehren Kerm wie E. at Bieblant nun tunblet. Ethieriften in H chi anderer Stern ber burd bie mit DE parallele Linie:HI fortgebt ; und: besbachtet inne bie Belt genau, bu welcher er eus II wad Lifomme, fo ift mar CI =: IH; allein ba AB ein Grad pon einem gebften Roebfe und IH. fo wie DE, ein Gide von eineth Dagfreife vorffellter fo verbatten Ach die Brade von I O ju benen won IH, wie der Binus torus jum Robnus ber Abmeichung bes une men ber bed obern Sterns. Rennt man mun eine bon beibentitifot laft fich bie besbachtete Beit leicht in Stade ober Minaten und Setunden ver-Mandeln, folglich I'H und CI finden. Retere Sinie aber ift ber Unterfcheb ber Mbmeis dung beiber Sterne. Um bas Mifrometer ju ben Beobuchtungen: bet Unterfchleds ber Abmeichung ber Sterne noch brauchbarer ju machen, fpannt man oft einen mit DE parallelen gaben aber DE aus, welcher beweglich ift, und durch eine Schranbe, beren Werth ber Umbrehungen man aus ber Erfahrung fennt, bem gaben DE mehr ober weniget genabert werben fann. Go jeigt felbft Die Garanbe ben Unterfchied ber Abneichung juripen Sterne, die längs den beiden Saben forer freichen.

Die Abweichung ift auf ber himmeletugel eben bas, was man auf der Erdfugel Die Breite nennt; Die Lange ber Derter aber ftimmt mit ber gerai ben Muffteigung ber Gestirne überein. nimmt namlich in dem himmlischen Aequator ben grublingspuntt, in welchem fic ble Sonne ben ber Fruhlingenachtgleiche zeigt, ale ben Daupte puntt an, und theilt ibn, von ba an, in 360 gleis de Grabe, Die von Beften gegen Dften ju ununs terbrochen in eins fortgeben. Da nun mit jedem Sterne jugleich ein gewiffer Puntt bes Mequatots burd ben Meridian geht, fo beift ber Bogen Des Mequators, ber swifden bem Frublingspuntte und bem fulminirenden Puntte liegt, die gerade Aufe Reigung (ascensio recta) jenes Sterns." Sternes Die zugleich fulminiren, haben baber einerlen ger rabe Auffteigung, lind Voll ben übrigen ift ber Bogen Des Aequators, bet imifchen Den Zeitpunfi ten ihret Kulminirung burch ben Meriblan geht, der Unterschied ihrer geraden Auffleigungen.

Denniframeter in die: gehörige lage bejugt, for daß die: Firsterne dunch, ihre tägliche Bewegung länge; das Parallessiden, fortgeführt werden, so darf: man nur ben unverrückter lage des Robrs die: Beiten, genau bemerken, in welchen zwey Sterns nach einander durch denselben Stundensahen gehn. Denn: indem man den Unterschied dieser Zeiten im Grade des Neganators, bermandelt, so enhalt man sogleich den Bogen des Nequators, der zu jenem Zeitenten Musseled gehört, also den Unterschied, den geraden Musseled ner Sterne. Auf diese Art

Menten Berglebden Mifcongteit gur Beffinibung bes Unterfcbiede in der Abweichung und geraden Aufe fteigung ber Sterne, und ebendefibalb befteben fie oft aus mehreren Saben, ober einem gabennebes um fie ju Diefem Gebrauche Defto bequemer ju mas Sie Dienen auch jur, Bestimmung ber Lage ber Flecken ber Conne und bes Monbes, und ju verschiednen andern Abfichten; allein man muß auch Die außerffe Senaulgfeit auwenden, wenn man mit ihnen beobachtet, ba ein Gehler von einer einzigen Setunde in Der Zeit gleich einen Rebler bon 15 Sefunden im Bogen des Mequators berurfact. Dan bat auch parallaftifde Rafdinen, ober Fernrobre, Die fo befestigt find daf fe mit Der Are bes himmels immer einen gleich großen Bintel machen, wenn man fie brebt, und mit denen man daber die Firsterne in ihren Tagfreis fen immerfort verfolgen fann.

Ueberhaupt findet man ben Unterfoled in Der geraden Auffleigung verfchiedner Sterne vermittelft einer guten Uhr, welche Sternfeit jeigt, ofne viele Schwierigfeit. Man Darf nur Die Beiten, in mels den die Sterne fulminiren, genau beobachten, and ihren : Unterfchieb in Bogen bes Mequators vetwandeln. 'Das Alima to eines Steine .. soet Der Bogen Des Dorigonts, Des zwischen der Ditt Sagsebue and einer andern lockrechten dutch ben Stern gefegten Ehne liegs, laft fich vermitreif eines Agimaralquabranten unmittelbar brabadten. Es ift eneweber bfilich ober weftlich, und wird Burd ben Bintel gemeffen, Den: beide Chuen: mit einander machen. In ber Mittaglebne felbfirtf Das Mitmut ber fulminirenben Sterne = 21 je naber fie aber ihrem Aufgange ober ihrem: Unvers gange find am befte grafter ift ibr Mitmut. ...

Die Aufficigung, von welcher ich bieber geres bet babe, beißt die gerabe, weil man auch eine foiefe Auffteigung bat. Benn namlich DE (Rig. 114) Der Setizont, AF der Mequator, N der Bol, und NSGP ber Abweichungstreis bes Sterns S ift, ber im Sorizonte ericeint, fo geht mit bem Sterne jugleich ein gewiffer Punft bes Acquators B durch ben horizont. Der Bogen nun bes Mequators, ber swiften bem Frublingss puntte und amifchen B liegt, beift Die fchiefe Anffteigung oder Abfteigung bes Sterns S. nachdem derfelbe aufgeht ober untergebt. Bogen aber des Mequators BG, welcher ber Une tericied der geraden und folefen Auffteigung ift, -muß vorzäglich bemerkt werben, weit man burch ibn die lange der Tage und Rachte in den vers Schenen Begenben der Erbe berechnet. Denn ba der Aequator den Horizont allemal genau in Often und Beften burchfcneibet, fo liegt auch B jedere zeit von dem Mittagefreise NAPFN um Brade entfernt. Abbirt man alfo ju bem Aufe feigungsunterschiede BG 90 Grade, fo ers halt man den Bogen des Aequators ABG, der fic bom Meridiane bis ju bem Abweichungefreife erftrect, der burd den aufgebenden Stern gebt. Diefen nennt man in borguglichem Verstande ben halben Lagbogen bes Sterns S, weil 'er feine balbe Dauer aber bem horizonte mift, mit bem wirflichen baiben Tagebogen bes Sterns gleich viele Grade, Minuten und Sefunden enthalt, und in ebenderfelben Beit burd ben Meribian geht, ba Det Stern, bon feinem Mufgange an ju rechnen, bis zu ihm gelangt. Gie begreifen alfo leicht wie man, wenn man fich in S, anfatt eines fleis Ben Sterns, Die Conne porftellt . Die gange Des

Lage und folglich auch ber Rachte für jeden Ort und febe Zeit aus dem Auffleigungsunterschiede ber Sonne finden und berechnen tunn.

## Anmerfungen.

1. Menn überhaupt smen größte Kreife einer Rugel (Fig. 111) ADB, AEB einander in ber Linie AB durchschneiden, und die Ebne CDE geht durch ben Mittelpunft der Rugel C. indem fie jugleich beibe großte Rreife fenfrecht burchichneis bet, fo ift die linie AB fentrecht auf die gange Ebne CDE (Einl. 140), und daber auch auf ibre Durchichnietelinien mit den Rreisebnen, CD und CE. Ift nun BG die Berührungelinie in B des einen, und BF die des andern Rreifes, fo versteht man ben Bintel FBG, menn mak bon bem Wintel redet, unter welchem fich beide Rreislinien in B durchfoneiben. Da ober. AB ber gemeinschaftliche Durchmeffer beiber Rreife iffe fo find beide Berührungslinien fenfrecht auf ibne (Einleit. 85) BF in Der einen, uns BG in der andern Ebne. Alfo ift BF mit CD und BG mit CE parallel (Einl. 134) und ber Bins tel FBG bem Winfel DCE gleich, beffen Daaf ber Bogen DE ift (Einl. 73). Alfo ift biefer Bogen DE auch bas Daaß Des Bintels FBG.

Nun liegt der Stundenwinkel ANG (Fig. 214) swischen zwen größten Areifen der himmelstugel, und, die Sone des Nequators, welche auch den Wittelpunkt der Augel durchkreuzt, schneidet alls diese durch die Pole gehenden größten Areise rechts winklicht. Also ift der zwischen heiden Areisen eingeschlosne Bogen des Nequators AG das Maaß des Mintels ANG.

2. Et feb AB (fig. sun) bie Art bis Sint mele, um welche fich die gange Rugel in einer ges wiffen Beit fo gebricht bat; buf bie Miftagebne AEB in Die Lagt ADB, Der Punft E bes Megnators nach D. und des Stern I, beffen Abe veidung El ift, nach G gefommen ift: fo find die Linien EC, IO wie auch DC, GO parale lel, alfo die Bintel GOI und DCE einandet gieich, ba bie Cone OGI, in welcher ber ! Stern fic bewegt, mit ber Ebne bes lequators: CDE parallel ift (Einleit. 134). Aber wir feben ben Bogen GI nicht aus bem : Mittelpunfte O bes Paralleltreifes, fonbern aus bem Mittelpunfte ber himmeletugel C unter bem Bintel GCI = m. Man theile GI in 2 Salften GH = HI, und siebe HC und HO, so find die Orevecke GCH, GOH rechtwintliche (Einf. 74). Rennt man alfo den Binktl GOI = DCE, n. und nimmt man den balbmeffer bet Rugel jum Ginus totus oder jur Einheit an, fo ift GH : GO = sin. Im: 1 == IGI: 1. Rolglich ift IGI == min. Frm. und eben so FGI = sin. Fn. GO. Es tit aber GO ober OI offenbar ber Kofinus bet Abweichung IE = d. Denn wenn man IT fents recht auf CE giebt, fo ift, ba CI ale ber Ginus totus angenommen wird, IT ber Ginus und CT == OI der Rofinsis des Winfels ICE, oder des Bos send IE = di. Also ist GO = cos. d. uns sin. I m = sin. I n. cos. d. Sind nun die Wine tel m und m nur febr flein, fo verhalten: fie 'fich, wie ihre Sinus, und man fann also cos. d = 700 ober n. cos. d = m fegen. Wenn man alfo ben Bogen bes Mequators n auf binem Bogen bes Pas raffelfreifes m jurudbringen wiff, fo muß man

ifm mir bem Coffins ber Abweichung multis, plizien.

. . . g. Zuerft muß man bemerfen, wenn eine Rus aet (Rig. 111) fenfrecht burch irgend eine ihrer Aren. AB mit zwen parallelen Chnen OGI, :CDE Durchichnitten wird, beren eine burch ben Mittel punte der Rugel 'C geht, daß von allen burch bie Bole jener Are gebenden größten Rreifen Die amit fchen beiden Ebnen liegenden Bogen, als IE und GD. einander gleich find. Denn jede auf ben Umfang Des Parallelfreifes IG aus C gezogne ges rade Linie macht mit der Are AB immer einen nleichen Winkel, weil alle Diefe Linien in Der Obers flache eines geraden Regels liegen, beffen Spipe C und beffen Grundflade ber Parallelfreis ift. Alfe ift in dem einen Rreife ber Bintel GCA bene Binfel ICA im andern Rreife gleich. Folglich ift auch GCD = ICE, und ba in gleichen Rreifen an aleichen Binfeln bitch gleiche Bogen gehoren, fo find auch die Bogen IE und GD einander gleich. Der Bogen DE aber in ber burch C ger benben foneibenben Obne ift großer; als jeder ans bere ihm paraflele Bogen GI, weil ber Salbs meffer DC griffer ift, als jebe Sehne GO. Das ber ftebt ber Rreis ADB in Dam weiteften von ber Chur AEB ab.

Runmehr sen N (Fig. 115) bet Rorbpol, C ver Mittelpunkt, NCK die Are, DFE der Negum tor, ISM irgend ein Parallelkreis der himmelss kugel, und es schneide nufre Nittagsubne ZABA den Parallelkreis in IM, den Neguator in DE, und nufern Horizont AFB in AB. S seh irgend ein Stern in seinem Parallelkreise, und es geha dusch ihn aus N der Abweichungskreis NSH auf den Neguator, wie auch der sohrechts Kreis ZSG.

ans unferm Scheitelpunfte Z auf den Sorifont. Wie wollen guerft bas Drepeck CQT unterfuchen.

Es ift daffelbe ben Q rechtwinflicht, weil die Are CQ auf jedem Paralleltreise fenfrecht auffieht. ferner ift der Bintel QCT der Polhohe NCB gleich, deren Sinus wir a. ben Roffnus aber b. nennen wollen. Endlich ift QC dem Sinus der Abweichung des Sterns S gleich, wenn man ben -halbmeffer der himmelstugel jur Ginheit annimmt. Denn mare von C nach I eine gerade, und von I auf DC eine fenfrechte linie gezogen, fo murbe die lettere offenbar ber Sinus von DI fenn, menn CD den Sinus totus porstellt. Jene Linie aber ift ber QC parallel und gleich, weil fie, fo wie NC, auf DE fenfrecht, und mit QC zwischen zwenen parallelen Linien IM, DE enthalten ift. O'C in Sh. DI. Es ift aber SH die Abweichung des Sterns S; und da NSH, NID zwen gleiche größte Kreife find, welche durch die Pole ber Rreife DE und IM gehn, fo find, wie ich eben vorher, erwiefen babe, Die Bogen SH und DI einander gleich. Rennen wir daber den Sinus der Abmely dung Des Sterns S, s, Den Rofinus Derfelben c; fo ift QC = s. Man bat aber auch 1:a = CT;  $QTalfo QT \equiv a \cdot CT$ , und  $CT^2 - s^2 \equiv QT^2 \equiv$  $a^2$ . CT 2, also CT 2 (1— $a^2$ ) =  $a^2$  = CT 2.  $b^2$ .

Also if  $CT = \frac{s}{b}$  and  $QT = \frac{as}{b}$ .

Runmehr wollen wir aus dem Mittelpunkte des Parallelfreises Q den halbmeffer QS, SR aber senk techt auf IM ziehen, und das Drepeck SQR vom nehmen. hier ift QS = QI, QI aber offenbar der Sinns des Bogen NI. Da nun dieser mit der Abweichung des Sterns ID 90 Brade ausmacht, so

Ist der Sinus von NI dem Kosinus der Abweichung gleich. Also wird QS = c. Ferner sind IQ, DC in dem Mittagesreise, und SQ, HC in dem Abweischungstreise, auf NC sentrecht. Also sind auch IQ und DC, so wie SQ und HC parallel unter sich, und die Winsel SQR und HCD einander gleich. Nun ist der Bogen HD nicht nur das Waß des Wintels HCD, sondern auch des Stundenwintels des Sterps DNH. (1 Anmers.) Pennen wir also den Sinus des Stundenwintels DNH u, seinen Kosinus z; so ist sin.  $HCD = \sin$ . SQR = u. Es ist ader Qs: SR = s: u, also Qs u oder cu = SR.

Jest wollen wir in ber Cone bes lothrechten Rreises ZSG auf ihren Durchschnitt mit ber hos rizontalebne CG aus S die fentrechte linie SL gieben. Da beide Ebnen fich fenfrecht burchichneis Den, fo ift SL auf Die Borigontalebne fenfrecht (Einleit. 140), alfo ber Mittagsebne parallel. Sie ift jugleich ber Sinus bes Bogen SG, fo wie CL der Rofinus deffelben. Run ift SG die Bobe bes Sterns S aber bem Borigonte. wir alfo den Sinus Diefer Bobe x'; feinen Rofis nus y; fo wird SL = x und CL = y. Geben : wir ferner burch SL eine mit der Mittagsebne pas rhllele Ebne, fo muß ihr Durchfcnitt mit ber Dorigontalebne LP bem Durchschnitte ber Dits tagsebne CB, und ihr Durchfdnitt mit ber Ebne Des Parallelfreises SP bem Durchschniete IM pas Der Puntt P liegt, im Durchschnitte rallel fenn. Der Cone des Parallelkraifes mit der Cone des Dos eigonts OT, und Diefer Durchichnitt ift auf. Die Mittagsebne fenfrecht, weil fo wohl die Ehne des Dorigonts als auch Die Des Parallelfreifes auf Die Mittagsebne fentrecht find (Einleit. 140). Alfe

if OT auch auf IM fenfrecht, also mit SR pas raffel. Zieht man nun noch zwischen den beiden Paraffelen IM, SP, auch QV mit SR paraffels wird SR = QV = TP.

Es ist aber SV = V  $(SQ^2 - QV^2) = V^2$   $(c^2 - c^2u^2) = V c^2z^2$ ; also SV = cz und  $SP = cz + \frac{as}{b}$ . Run ist aber and SP:SL = 1: b well der Wintel SPL = QTC ist, also mit der Polsche QCT go Grade ausmacht. Holglich wird 1: b =  $cz = \frac{as}{b}$ : x und x = cbz + as.

Aus diefer Sleichung, burch welche man bie . Sibe eines Sterns aus seines Abweichung, ober aus o und s, und aus der Polhobe, oder aus b und a, für einen jeden Stundenwinkel berechnen kunn, sieht man deutlich:

- 1) daß ein jeder Stern ju beiden Seiten der Mitragsebne, in gleicher Entfernung von ihr, gleiche Hohen hat. Denn wenn die Stundenwinkel, also auch ihre Kofinus z, zu beiden Seiten der Mittagsebne einander gleich sind, so find auch die Hohen der Sterne, und ihre Sinus x einander gleich. Daher neunt man derzieichen Sohen übers einstimmende.
- 2) das jeder Stern immer hoher fleigt, went er fich dem Meridiane nahert und im Meridiane felbst am hochten ist. Denn die Abweichung eines Sterns ist entweder nordlich oder südlich. Im ersten Jalle hat man x = cbz + as; im zwepten x = cbz as, well bier die Abweichung und ihr Sie nus negativ ist. In beiden Fällen ift x am größten,

Benn z = 1, also ber Stern im Meridiane und fein Stundenwinkel = 0 ift. Je größer aber der Stundenwinkel nach und nach wird, von o die zu 90 Graden, um desto mehr nimmt sein Roffinus zuwer 1 ab, je kleiner wird also x. und bep 90 Graden ift x = ± as das heißt: der Stern, dessen Abweichung nordlich ist, befindet sich alsdann noch über dem Horizonte, der aber, welcher eine stüdliche Abweichung hat, ist bereits unter ihm.

er das zwepte Mal durch die Mittagsehne geht. Denn ist der Stundenwinkel zwischen 90 und 180 Graden, und größer als 180 Grade kann er nie werden, so ist z beständig negativ, und man hat also größer wird, je mehr der Stundenwinkel zus wimmt, so wird x in beiden Fällen um desto steiner, es mag as positiv oder negativ sepn, und ist am kleinsten wenn z = 1, also der Stundenwinkel von 180 Grad ist.

. Hat ein Stern gar keine Abweichung, sondern fleht er selbst im Acquator, so ift s = 0 und c = 1, also x = bz, daher in diesem Halle z = 0 wird, wenn x = 0 ist; das heißt: der Stern geht 90 Gras de vom Metidian auf und unter.

Wenn der Stern sich selbst im Horizonte in Obesindet, so ist x = 0 und cbz = -as = cbV  $(x-u^2)$ , also  $c^2b^2-c^2b^2u^2=a^2s^2$  und  $c^2b^2-a^2s^2=u^2$ . Run ist auch  $c^2b^2=c^2b^2-a^2c^2$  und  $a^2s^2=a^2-a^2c^2$ . Also with auch  $u=\frac{V(c^2-a^2)}{c^2}$  und  $u=\frac{V(c^2-a^2)}{c^2}$  und  $u=\frac{V(c^2-a^2)}{c^2}$ 

deutet hier den Sinus des Bogens DW oder des halben Lagebogens des Sterns, den ich A nennen will. Es geht nämlich dieser Theil des Nequators durch den Meridian, mabrend daß der Stern von seinem Aufgange an die zu dem Meridian gelangt,

Aus dieser Gleichung läßt sich die Nerweilung eines Sterns über dem Horizonte, also auch die Länge der Tage, für jede Politohe berechnen, wenn die Abweichung des Sterns oder der Sonne geges ben ist. Der cos. A ist = 1 — u² also = — as wind da DW aus dem Bogen DF von 90 Graden, und aus FW dem Aussteig ung sunterschiede des Sterns O besteht, so ist cos. A auch = sin. FW. Man erhält aber  $\frac{as}{cb}$  = sin. FW wenn man die Tangente der Abweichung mit der Tangente der Politohe multiplizier (Einleit, 181).

Benn c fleiner ift als a, so wird sin, A ober u unmöglich, weil alsdann der Stern ben uns nicht untergeht. Denn c ist dem Sinus der Entsernung der Sterns vom Pole gleich.

Wenn s der Sinus der Abweichung der Sonne ift, so sieht man: 1) daß bep gleicher Abweichung und Polhohe, zu beiden Seiten des Aequators, die Tagebogen, also auch die Tage und Rächte gleich lang find. 2) Daß, bep einer gleichen Abweichung im Sommer, da A über 90° beträgt, der cos. A, also auch A, mit der Polhohe zunimmt; daß aber dagegen im Winter, wo A unter 90° ist, der halbe Tagebogen A, also auch der Tag, um besto siehen wird, je mehr die Polhohe zunimmt, weil alsdann der Kosinus eines größern Bogens allemal

Helner ift, als ber eines fleinern. 3) Daß unter Der Linie, the a = 0 und b = 1 iff, der cos. A immer = 0, alfo A ein Bogen bon 90° ift, for daß hier die Sonne immer genau in Often aufgeht und in Weften untergeht, alfe Lag und Racht ims mer gleich find. 4) Unter bem Bolarfreife macht Die Polbobe mit ber größten Abweidung der Sonne, Die jur Zeit ber Sonnenwenden Statt finbet, go Alfo ift bier ju Diefen Betten s = b und Ift nun die Abweichung ber Conne nordlich · also s positiv, so wird cos. A = - 1; ist se sud, lid, so wird cos. A = + 1. Im erften Kalle ift alfo ber halbe Lagbogen bon 180 Graben, im zweis ten ift er = 0. Die Sonne geht alfo am langften Tage unter bem Polarfreise gar nicht unter, und am furgeften gar nicht auf. Roch mehr muß Diefes weis ter gegen die Pole ju Statt finden, Da Die Tage im Sommer weiterbin immer langer, und im Binter immer fürzer werben.

Man sieht leicht, daß AG das Azimut des Sterns 8 ist, dessen Sinus ich t nennen will. Zieht man mun GY und LX parastel mit OT also senkrecht auf AB, so ist LX = PT und CG: GY = CL; LX also LX = CL. GY: CG = ty, weil GY der Sinus von AG, also = t und CL der Kosinus von SG, also = y, CG aber als der Halbmesser der Rugel, = 1 ist. Also ist ty = LX = PT = 8R = cu, und daher t =  $\frac{cu}{r}$ .

Wenn der Stern im horizonte in O fieht, if x = 0 und y = 1, also  $t = cu = V \frac{(c^2 - a^2)}{b}$ . Sein Azimut ist alsdann AO; und FO seine Mors denweite oder Abendweite. Da non diese, wenn

man ste von AO abzieht, den Bogen AF von 30° surudiäßt, so ist der Sinus von FO dem. Losinus von AO gleich, also = V(t-tt) =  $\frac{V(b^2 + a^2 - c^2)}{b^2} = V(t-tt)$ 

Man erhalt daher den Sinus der Worgenweite oder Abendweite eines Sterns, wenn man den Sinus seiner Abweichung mit dem Kofinus der Polhohe theilt.

-Ran fann burd bie Berbindung ber gefundenen Bleidungen febr viele Aufgaben auflofen, und übere haupt von 5 Dingen : Der Abmeidung, Der Dobe, dem Azimat ; und dem Stundenwinfel eines Sterns, wie auch ber Polhobe, zwen finden, wenn Die abrigen bren gegeben find. 3ch babe mich daber nicht enthalten tonnen, Die allgemeinen Gleichungen für Diejenigen, welche grundlich uns terichtet fenn mollen, bier einzuruden. In befone dre Anwendungen aber derfelben fann ich mich bier nicht einlaffen. Das einzige fuge ich noch hingu, daß man nach Diefen Gleichungen, audwenn man fie auf die Conne anwendet, immer uad Sternjeit rechnen fann. Denn die Sonne macht burch ihre eigne und befondre Bewegung weiter feine Beranderung, als daß fio gleichfam. die Sternzeit in Sonnenzeit verwandelt. Indem man alfo j. B. Die lange eines Tages fur einen. gewiffen Drt. und far eine gewiffe Zeit nach Sterns, jeit berechnet, fo ift bie Zeit, welche man erhalt, zwar richtig, aber nicht Sternzeit, fondern Sone nengeit, weil die Conne ins Mittel eben fe gut' 15 Grade, in einer Stunde Sonnongeit, burche lauft, als ein Ripftern; in einer Stunde Sterne seit.

llebrigens neunt man auch zuweilen ben Minfel ben ber burch einen Stern gebenbe Stundenfreis mit bem durch ibn gebenden Scheitelfreife macht, parallaftischen Binfel des Sterns: wie der Winfel, den der Stundenfreis mit auf Die Effiptit fenfrechten Breitenfreife macht, wenn beide durch einen Stern geben, ber Stels Inngemintel (angle de position) bes Sterns aenannt mirb. Man mug aber ben erftern febr mobl von dem eigentlich fogenannten parallaftis fchen Bintel oder ber Barallare ber Sterne unters fceiben (8 Brief).

## Bierter Brief.

Man fann die Sterne nicht gleich nach dem Uns tergange ber Sonne, oder bis ju ihrem Aufgange feben, den Mond und die Benus ausgenommen, Die oft, wenn fie fart erleuchtet find, felbit ben Tage fichtbar find, fondern die Sonne muß eine gewiffe Liefe unter bem Sorigonte baben, wenn fie bem Auge ben beiterm himmel mertlich fenn follen. Diefe Liefe nennt man ben Gebungebogen der Gekirne, und man findet ibn, wenn man nach einer guten Uhr Die Beit genau beobachtet, welk . de von dem Untergange ber Sonne bis ju Dem Ans genblide verfließt, da gewiffe Sterne fichtbar mers Denn hieraus laft fic, wenn man bie Abs weichung der Sonne und Die Bolbbbe weiß, Die Tiefe berechnen, in welcher fie fich alsbann unter bem Sprigente befindet. 1. Breplich haben auf ben Ges bungsbagen die Goarfe des Gefichts, Die Reinigfeit ber Luft, und andre Umftande oft einen merflichen

Einfloß: indeffen lebet bennoch die Erfahrung; das man ibn ind Mittel ber ben Blaneten, aufer ber Benus und bem Monde, auf 10 bis 12, und. ben dem Firsternen auf 12 bis 18 Grade feten Selbft die fleinften Firfterne find ben beiterm himmel beutlich ju erfennen, wenn die Sonne 18 Grade tief unter dem horizonte if, und man ficht daber diese Tiefe als das Ende, ober, wenn von dem Morgen die Rede ift, als den Anfang der Dammerung an. Denn Sie feben leicht, baß blog diefe, welche allemal den Aufgang ber Sonne antanbigt, ober ihren Untergang begleitet, Die Ure face ift, westhalb wir fleinere Sterne gleich von dem Aufgange ber Sonne, ober gleich nach ihrem Untergange, nicht feben fonnen. Man berechnet dafer die Dauer ber Dammerung, indem man ben Bogen des horizonts fucht, ber zwiften bem Des ridiane und zwifden bem Mbmeidungefreife liegte der durch die Sonne geht, wenn fie unter dem Porizonte eine negatibe Sobe von 18 Graben bat, bon ibm ben balben Tagebogen ber Sonne abglebt, und dem Ueberreft in Zeit vermandelt. " und dauert bie Dammerung jur Zeit der Winters fonnenwende 24 Stunden, ben erften Mary und ben II Oftober 1 Stunde 58 Minuten; in der letten Balfte aber bes Map, im Junius und bis gegen bas Ende bes Inline, Die gange Racht. Es laffen fic auch die Lage der farzeften Dammerung für jebe Bolbbhe berechnen. In ben beißern lans dern ift die Dammerung farjer, als ben uns, und fle balt unter ber Linie, jur Beit ber Rachtgleie den, nur 1 Stunde und 12 Minuten an. 3. 38 ben Bolargegenden bingegen, Die eine balbjabrige Racht haben, dauert Die Dammerung an 2 Des nate nach dem Berichwinden und por bem Bieber

ericeinen ber Sonne, well diefe jedesmal an 54 Tage Zeit braucht, um fich nach den Nachtgleichem auf 18° bom Aequator ju entfernen, und der Horizont ber Segend unter den Polen in die Ebne des Aequators fällt.

Die Dammerung entftebt baber, bag bie obre Atmosphare, wenn fie von der unter dem Doris sonte befindlichen Sonne erleuchtet wird, Das Licht auf die Erbe jurudwirft. Je tiefer fic die Sonne befindet, um befto bober liegen die erleuchteten Daber nimmt bie Abendbammerung nach' and nad ab, bis fie julest in Weften gang vers fowindet, wenn die Sonne auf 18 Grade tief unter den horizont binabgefunten ift. Rimmt manan, bag felbft an ber außerften Grenze ber Atmos fobare noch Theilden find, welche das licht merte lich jurudwerfen, fo laft fich hieraus zeigen, baf die Atmosphäre an of Meilen boch ift. wenn Z irgend ein Ort auf der Erbe (Rig. 112)/ ZG beffen durch bie Atmosphare gebende herijens talebne, und F eines ber allerbochten fufttbeilden ift, welches den Strabl SF der 18 Grabe unter Dem Borkonte befindlichen Conne uach Z jurads wirft; fo ift ber Bintel GFS von 18 Graben; und Da SFC=CFZ, SFZ aber = 180°-18°= 162° ift, wenn alle Strahlen gerade fortgebn, und C ben Mittelpunkt ber Erbe vorftellt, fo wird in Dem sechtwinklichten Drevede CFZ, der Binfel F son BI und C von o Graden. Da fic also CF: CZ = 1 : sin. 81° verbalt, und auf den Dalbmeffer ber Erde CZ 860 Meilen geben, fo findet man CF von 870, alfo bie Sohe ber Atmos fobare von 10 Meilen. Aber ber Strabl FZ geht nicht gerade durch die Atmosphare, fondern er frummt fich, und ber Mintel F ift um einen balben Grade

eder um die horizontale Stuahlenbrechung größer, als 8x°. Daher CF: CZ = 1: sin. 81½° = 1:0,989 und CF nur 869% also die ganze Uts mosphäre 9%Meilen hoch. 4.

Der Gebungsbogen ber Geffirne bient jugleich dazu, daß man ben benen, welchen fic die Sonne immer mehr nabert, bas Ende, und ben ben ans dern, von welchen fich die Sonne immer mehr ents fernt, ben Anfang ibrer Sichtbarfeit bestimmen fann. Diefes gilt nicht nur von ben Planeten, fondern aud bon ben Rirfternen, und Sie feben leicht, daß folbft ein beller gigftern nicht gefeben werden tann, wenn er weniger, als 12 Grade, von der Conne entfernt ift. In ben alteften Beiten mar man auf. Das Berfdwinden der Riefterne in ben Connenftrabe len, und auf ihr Dervortreten aus benfelben febr aufmertfam, und bestimmte barnach, aus Mangel sichtiger Ralender, verfchiedne Gefcafte und unter andern die Relbarbeiten. 5. Denn man fiebt in den verfchiednen Jahresteiten nach und nach in Dften fury vor dem Aufgange ber Sonne, wie and in Beffen furt nach ihrem Untergange, gang andre Ripfterne, und Diefes beweift, daß die Sone ne, in Anfebung Diefer Sterne, eine eigne und befondre Bewegung bat. Sie bleibt, in Anfebung terer, beständig nach Often jurud, ba fie immer fpater in dem Meridiane wieder anfommt, als der Aleftern, mit welchem fie vorber burchgegangen ift, und die tagliche Bewegung von Often nach Weften geht: Benn fie j. B. beute mit einem girfterne fulmimirt, fo fommt diefer fcon nach 23 Stunden 56 Minuten 4 Sefunden wieder in den Meridian, Die Sonne aber erfilich nach 24 Stunden. Sonne bat fic atfo foon um 4 Minuten fpatet. Den folgenden Sag fulminist Derfelbe Sigs

stein schon an 8 Minuten, nach einem Monate etwa um 30. 4 Minuten, oder um 2 Stunden, und nach 12 Monaten um 24 Stunden früher, als die Sonne. Er geht also zwar nach einem Jahre wieder zugleich mit der Sonne durch den Meridian, in der That aber hat er in dieser Zeit; oder in 365 Lagen 366 Mal kulminier. Die Zeit seines Umsaufs ist um  $\frac{1}{360}$  kürzer, als die Zeit des Umsaufs der Sonne, und deshalb macht der 366ste Theil von 24 Stunden, 3 Minuten und 56 Sekunden aus.

Die Sonne durchläuft alfo zwifden ben Rige fernen das Jahr aber, von Beften nad Ofen gue einen gewiffen Rreis, und biefe ihre jabeliche Bes wegung muffen Sie von der taglichen febr mobi unterfdeiben. Gie macht unter andern, baf wir im Winter bes Abends in einer gewiffen Gegend bes himmels gang andre Sterne feben, als im Sommer; daß gewiffe Sterne ju gewiffen Beiten des Jahres mit der Sonne jugleich am himmel fteben und alfo unfichtbar find, und ein balbes gabr nachher bes Rachts fulmipiren, weil fich die Conne son ihnen indeffen weit entfernt bat: Daß einige Airfterne unter ihren Strablen verfdwinden, andre Dagegen wieder in der Morgendammerung fichtbat werben; und bag diefe Reibe von Beranderungen alle Jahre wieder von vorne anfängt.

Die Sonne hat in unferm Sommer beständig eine nordliche, und in unferm Winter eine fädliche Abweichung, die man leicht durch die Beobachtung ihrer Mittagshöhe sinden kann, wenn man die Polhöhe, also auch die Acquatorhöhe, an dem Orte der Beobachtung keunt. Die größte Mittagss höhe, 1. B. welche der Mittespunkt der Sonne im Sommer zur Zeit der Sonnenwende 1738 in Paris erreichte, war bon 64 Graben 38 Minuten 10 Ger funden. Ron ift in Paris die Sobe bed Mequas tors 41 Grad 9 Minuten 50 Sefunden graf. Der Unterschied beider Doben, welcher 23 Grabe 28 Minuten 20 Sefunden betragt, giebt affo bie größte wordliche Abweichung ber Coune, und man: findet im Binter, jur Beit ber Connenwende, ibre größte fabliche Abmeichung eben fo groß. Beiten Der Machtgleichen aber bat fie gar feine Abs weichung, fondern fie befindet fich im Bequator felbft, und die beiden Puntte, wo fie fic albdann befindet, der Frublingspunft und ber Derbfis puntt, feben einander, vermage der Erfahrung grrade gegen über, fo, bag zwifchen beiben Salfte des Aequators von 180 Graden liegt. foeint alfo, daß die jahrliche Bahn ber Sonne, ober die Effiptif, benn fo nennt man Diefe Einie, ein größter Rreis an ber Dimmelsfugel ift, welcher ben Mequator in zwen gleiche Salften theilt, und zugleich von ihm in zwen gleiche Salften ges theilt wird, beren bie eine über ibn gegen Morben, und die andre unter ibn, gegen Cuben, fallt. Unter Diefer Borausfegung muß die gange Sonnens babn in einer Ebne liegen, welche Die Ebne bes Requators unter einem Binfel Durchichneibet, ber Der größten Abmeichung der Conne gleich ift, und die Schiefe der Efliptif genannt wird. Bergeichnet man unn einen folden Rreis unter bem geborigen Bintel auf einer Rugel, Die mit einem Mequator und feinen Bolen berfeben ift, und theiltman ihn hierauf in 365 gleiche Theile nach der Babl ber Tage eines gemeinen Jabtes, fo tann man die Abweichung der Conne fur jeden Zag Des Jahrs burch die Bergeichnung bestimmen: ger und genauer erbalt man fier wenn man ben

Sinus ihrer größten Abweichung mit bem Ginus bes Bogens multipliziet, der zwischen dem Arabe lingspunkte oder Deubstpunkte und dem Orte der Sonne in der Efliptil liegt. Denn dieses Produkt giebt den Sinus der Abweichung, welche alsdann die Sonne hat. 7 Beobachtet man nun oft und zu deuschiedung Zeiten des Jahres die Abweichung der Sonne, so findet man zwischen den berechneten und beobachteten Abweichungen immer die genanes sie Uebereinstimmung. Und so überzeugt man sich, daß die Efliptif wirfich ein gebster Areis der himmelstagel ift.

Die Efliptif wied, fo wie ber Aequator, von dem Arablingspunfte an, wo beide Areife fich durche schneiden, in 360 Grade getheilt, und diese Grade geben nach ber Richenng ber jabrlichen Bewegung der Sonne von Besten nach Often. Bop bem neunzigften Grade bat Die Effintit ihre größte nordliche Abmeidung, und Diefer Puntt beißt bet 180. Graden fcneibet Sommerpunft. Bev Die Eflintif den Acquator wieder im Berbftpunfte. Ben 270 Graden bat fie ihre größte fudliche Abe weichung im Winterpunfte. Man neunt auch Den Brublingspunft und herbftpunft jufammen die Punfte der Rachegleichen, und die andern beiden Punfte gusammen die Punfte der Com Die beiden Abweichungsfreife nen-wenden. welche burch biefe vier Puntte geben, beißen die Roluten, und Sie feben leicht, daß ber Rolut der Rachtgleichen auf der himmelstugel das vorftellt, was der erfte Mittagsfreis auf der Erdfugel ift. Unfehlbar bat man Anfangs Die Efliptif,- nach bes Babl ber Tage bes Jahres, in 365 Cheile ges theilt; weil aber diefe Theilung febr fomer iff, to bat man lieber bie febr viel bequemere Babl

360, weiche bon ber erfern nur wenig verschies ben ift, gewählt, und daher ift die Gewohnheit entstanden, daß wir heutzutage jeden Kreis in 360. Grade theilen.

Da das Jahr 12 Monate enthalt, so bat man die Effiptif auch in 12 größere gleiche Theile ges theilt, beren jeber 30 Grabe in fic begreift. Diefe Theile beiffen die himmlischen Zeichen, und baben, ungeachtet fie bloß eingebildete Theile find, ibre besondere Ramen. Sie folgen einander bon Beften nach Often in nachftebender Ordnung: ber Bidder Y, der Stier &, die Zwiflinge II, der Rrebs G, ber tome &, Die Jungfrau np, Die Bage i, ber Cforpion III, ber Chuge t, der Steinbock 3, Der Baffermann 12, und die Fifde X. Der erfte Punft bes Bidbers ift ber Frablingspunft; ber erfte ber Bage, ber Detbfts punft; ber erfte bes Rrebfes und bes Steinbocks find die Puntte der Sonnenwenden. Dom Steins bode bis jum Ende ber Zwillinge erhebt fich bie Sonne immer bober nach Morben. Daber beifen diefe 6 Beichen die aufsteigenden, und Die übrigen 6 aus einer entgegengefesten Urfache die abs Reigen ben Beiden. Bom Bidder an fallen Die erften 6 Zeichen über ben Mequator, und bon ber Bage an die 6 abrigen Beichen unter ibn. muffen aber biefe Beichen mit den Sternbildern, welche gleiche Ramen führen, ja nicht verwechsein, wovon Sie die Urfache in der Folge einfeben mers den. Die Aftronomen baben blof die Eintheilung nach Beichen in ber Eflintif benbehalten, und bee jeichnen 4. B. einen Bogen berfelben von. 88 Gras den 12 Minuten auf folgende Urt: 2 Zeichen 29 Grabe 14 Minuten. Steht die Sonne fo, fo fleht fie 22 Grade 12 Minuten im drifton

Beichen oder den Zwillingen. Zwölf volle Zeichen, fo wie 24 volle Stunden, bezeichnen sie mit o. So ist o St. 6' bep ihnen, der Zeit nach, 6 Mis nuten nach 12 Uhr Wittags, und o Zeichen 12 Sr. ist der 12te Grad des Widders.

## Aumerfungen.

- 1. Diefes fann auch burch bie in ber 3 Ans mert. des vorhergebenden Briefes gegebnen Fore meln gescheben. hier ift x = cb z + as. Beobs achtet man nun j. E. am Tage ber Rachtgleiche (wo die Abweichung ber Sonne, alfo auch s = 0 und c = 1 ift) unter der Linie (mo die Polbobe = 0 und b = 1 ift) die Zeit der Dammerung, und findet fie bon 1 Stunde 12 Minuten ober bon 13 Stunde, fo ift erftlich x = z, und ferner maden 11 Stunde in Theilen Des Mequators 18 Grade aus. Alfo wird der Stundenwinfel, ber gu ber Sobe gebort, welche alebann die Sonne bat, da fie go Grade vom Meridiane untergeht, go + 18 oder 108 Grade, und der Rofinus z Diefes Wins fels ist = — sin. 18°. Also ist x = — sin. 18°, ober die Sonne fieht 18 Grade unter dem Dorigonte, wenn die Dammerung aufbort, oder 11 Stunde nach ihrem Untergange.
  - 2. Wenn DW (Fig. 115) der balbe Tagebogen der Sonne ift, sie seibst aber in M 18 Grade uns ter dem Herizonte steht, und NME ihr Abweis dungskreis in M ift, so darf man nur den Bos gen WE, als den Unterschied zwischen den Bogen DE und DW, in Sternzeit verwandeln, um die Dauer der Dammerung zu haben. In Berlin z. G. ist die Posibbe 52 Grad 31½ Minute, also ihr Rofinus b = 0,6083. Am Tage der Nachtgleis den

den ift daselisk s = 0, c = 1 und x = bz = 0,6083 z. Steht also die Sonne 18 Grade unter dem Porizonte, so ift alsdann x = - sin. 18° = - 0,309 und daber - 0,508 = z. Da nun die Sonne alsdann 90 Grade vom Meridian unteregeht, so ift sin. WE = 0,508, also WE = 50° 31'. Dieser Bogen giebt, wenn man ihn durch die Theilung mit 15 in Sternzeit verwandelt, 2 Stunden 2 Minuten, als die Dauer der Dämmerung zu Berlin am Tage der Rachtgleichen.

3. Der Kofinus von DE oder z (Fig. 215) ift  $\frac{x-as}{cb}$  und der Kofinus von DW =  $-\frac{as}{cb}$  (Anmert. 3 Br. 3). Ferner ist das Disserensial des ersten Kosinus dem Disserensiale des Bogens DE mult thisigirt mit dem Sinus von DE, und das Disserens sial des letztern Kosinus dem Produkte dDW. sin. DW gleich (Einleit. 243). Wan muß also  $\frac{x-as}{cb}$ 

und as son differenziren, daß man bloß sund c als veränderlich ansieht, das erste Differenzial mit dem Sinus von DE, das andre mit dem Sinus von DE, das andre mit dem Sinus von DW dividiren, und beide Quozienten, oder Die Differenziale dDE und dDW, eins ander gleich seigen, wenn man die Abweichung den Sonne sur die fürzeste Dammerung erhalten will, Denn so lange die Dammerung zunimmt, wird das Differenzial des Bogens DE immer größer, wenn das von DW immer gleich start wächst, und das erstre wird nach und nach wieder immer kleiner, so lange die Zeit der Dammerung wieder abnimmt, Endlich werden, wenn diese Zeit am kleinsten ist, beide Differenziale einander gleich. Richtet man

alfo die Bleichung fo ein, wie ich gefagt habe; fo trivit man  $(a - sx) V (1 - s^2 - a^2) = -$ a  $V (1 - s^2 - a^2 - x^2 - 2asx)$  und hiere and x = 288 Rennt man daber ben Bogen bon 18 Graden, deffen Sinus x ift, indeffen r, so wird —  $\sin r = \frac{2 as}{a^2 + s^2}$  and  $\cos r =$  $a^2 - s^2$  $\frac{a^2 - s^2}{a^2 + s^2}$  and  $1 - \cos r = \frac{2s^2}{a^2 + s^2}$ . muß man fich erinnern, daß sin. r = 2 sin. 1 r.  $\cos \frac{1}{2} r$  and  $r - \cos r = 2 (\sin \frac{1}{2} r)^2$  iff (Linleit. 187). Also wird — sin. ½ r. cos. ½ r =  $\frac{a^{3}}{a^{2}+s^{2}}$  and  $(\sin \frac{1}{2}r)^{2}=\frac{s}{a^{2}+s^{2}}$ . Divis Dirt man nun Diefe Gleichung mit ber vorherges henden, so befommt man tang. Ir = -; und hierauf grundet fich die febr leichte und einfache Regel, daß man nur Die Tangente von Er oder von 9 Graden mit dem Sinus der Polhohe muls tipligiren barf, um den Ginus der Abweichung der Conne am Lage ber farjeften Dammerung ju finden. Diefe Abweichung aber ift bey uns fudlich, weil s negativ ift.

" In Warschau j. E. ift die Polithe 52° 14', also ihr Sinus oder a = 0,79. Multipliziert man nun diese Zahl mit 0,15838 als der Tangente von 9 Graden, so erhält man 0,12512 als den Sinus der Abweichung s. Die subliche Abweichung der Sonne beträgt also 7° 11' an den Tagen der karjesten Dammerung, und da die Conne in Warsschau den 1 Mars schau den 1 Mars such und den 11 Oftober jene Abs weichung hat, so fällt die karjeste Dammerung auf

diese Tage. Unter der Linie, wo a = 0 ift, muß am Tage der kurzesten Dammerung auch s = 0 sen; weil a. tang. ½ r = s ift. Also fallen dort die Tage der kurzesten Dammerung auf die Rachtgleichen, und die Dammerung dauert alsdann 1 Stunde, 12 Minuten (1 Anmerk.).

Eine ahnliche Frage ift die: wenn die Sonnenssscheibe unter einer gewissen Polhobe am geschwindesten sich durch den horizont bewegt? Diese Zeit fallt allenthalben auf der Erde auf die Nachtgleichen. In Barschau z. B. braucht die Sonnenscheibe am langsten Lage 4 36" und am fürzesten 4 45", an den Lagen der Rachtgleichen aber nut 3 3.1" Zeit, nut durch den horizont zu gehen.

4. Da hier von der Sobe der Atmosphare die. Rede ift, fo ergreife ich diefe Gelegenheit, um ju demjenigen, was ich bon den Sobenmeffungen mit dem Barometer bereits im erften Bande gefagt habe, das nothige bingugufügen. Die Dichte der Atmosphare nimmt mit ihrer Sohe beständig ab, und baber fallt ein Barometer um befto tiefer, je bober man binaufsteigt. Gefest bie Dichte der luft verhalte fich unten in A (Fig. 116) jur Dichte des Quedfilters im Barometer, wie 1 : m. und oben in D, wie r : n; fo berhalt fich die Dichte der lufe in A ju der in D, wie n : m. 3ft nun die Sobe des Barometers in A = f, und in D = y, so verhalten fich bie Bemichte, durch welche die luft in A und D jufammengedructt wird, f : y. Alfo ift, nach bem Gefete des Mariotte, \*)

n: m = f: y und  $\frac{1}{n} = \frac{y}{m f}$  Gefest, es fep Dd ein unendlich kleiner Theil der Hohe AD = x

<sup>\*)</sup> Man febe ben 47 Brief bes erften Bandes.

Der Luftsaule, so hat die Luft überall in diesem Theilchen dx = Dd die Dichte  $\frac{I}{n}$ . Fällt nun zus gleich das Barometer, indem man es aus D, wo es die Höhe y hat, in d bringt um die Höhe d y, so verhalten sich die Höhen d y und d x der beiden die Gleichgewichte stehenden Säulen umgekehrt, wie ihre eigenthumlichen Schweren, oder, welches einers kep ist, umgekehrt wie die Dichten des Quecksilbers und der Luft. \*) Also ist d y: d x =  $\frac{I}{n}$ : I und

dy =  $\frac{1}{n}$  dx =  $\frac{y}{fm}$  dx, also  $\frac{fm\,dy}{y}$  = dx. Dieses Differenzial gehört zu dem logarithmen von y (Einleit. 242), man muß aber hier eine bestäns dige Sröße hinzusügen, weil y = f wird, wenn x = 0 ist (Einleit. 241). Es ist also das Disses renzial von lf — ly, wenn man fm zum Modul dieser logarithmen annimmt. So wird x = lf — ly: und lf = ly also auch f = y, wenn x = 0 ist. Da nun der logarithmen jeder Zahl in einem Systeme, zu dem logarithmen derselben Zahl in einem andern Systeme, ein bestäns diges Berhältniß hat (Einleit. 196), so wollen wir sezen, dieses beständige Berhältniß sey zwischen uns sern und den Briggischen gemeinen logarithmen,

wie I : b, so wied x = b. 1 - in Briggischen los garithmen sen. Wollte man natürliche Logariths men brauchen, so mußte man sie mit am muls tipliziren (Einseit. 242). Run ift f oder die Sobe des Barometers, unten am Ufer des Weeres, ins Wittel von 28 Pariser Jollen, oder von 78 Par.

<sup>\*)</sup> Man febe ben 40. und 47. Brief bes erften Banbes.

Maftern, und m pflegt ungefåhr 11200 ju sepn.
Miso ist fm ins Mittel = 4355 in Rlaftern.
Diese Zahl muß man mit 2,302585 multiplizis
ren, wenn man Briggische oder gemeine Logariths
men brauchen will, um diese dadurch in natürliche
zu verwandeln. Folglich ist: fm . 2, 3...oder b,
= 10018, fast völlig 10000. Da nun die
Dichte der Luft durch die Wärme ungemein veräns
dert wird, so muß es einen gewissen Grad der
Wärme geben, bep welchem b genau = 10000 ist,
und man die graße Bequemlichteit hat, daß man

die Sibbe  $x = 10000 \, l \, \frac{f}{y}$  fogleich in Parifer Rlafs tern erhält, wenn man gemeine Logarithmen braucht.

herr Deluc fest diese Warme, welche man auch die Normaltemperatur nennt, auf 163 Frans soliche Grade; allein genauere und schärfere Unters suchungen haben gezeigt, daß sie 11½ Grade nach dem Franzbsischen Thermometer ausmacht. Ber diesem Grade der Barme erhält man die hohe i. B. eines Berges, an dessen Fuß in A und auf dessen Spige in D man die hohe des Barometers beobachtet hat, sogleich in Pariser Klaftern durch

die Formel  $x = 10000 \, l \, \frac{1}{y}$  oder  $= 10000 \, (lf - ly)$  (Einleit, 193). Nur muß man die Sohe des Barometers, da eine Queckülbersaule von 28 Joken durch die Warme vom Eispunkte dis zum Sudpunkte ungefähr um  $5\frac{1}{2}$  Linie verlängert wirdz sowohl oben, als unten, auf die Rormaltemperastur reduziren und so verbessern.

Da aber die Barme der Luft mehrentheils oben in der Sobe von der untern beträchtlich verschieden ift, so nimmt man ein Mittel zwischen der erftern und lettern und sieht dieses als die mittlere Barme der ganzen tuftsaule an, ungrachtet diese Borauss sezung wahrscheinlich in vielen Källen unrichtig ist. Daber hat man auch dis jest noch teine sichere Regel, nach welcher man die gefundne Hohe vers bessert, wenn die Barme der Lust von der Rormaltemperatur merklich adweicht. Am meisten stimmt noch die folgende mit der Erfahrung übers ein, daß man, wenn der Französische Grad der mittleren Wärme g heißt, die gefundne Sohe mit  $1 + \frac{g}{192}$  multipliziren soll, oder daß übers

 $\phi_{aupt} = 10000 (i + \frac{g - 11/5}{102}) (lf - ly) iff,$ indem f die Sobe des Barometers unten am gufe, und y die bobe oben auf der Spige eines Bers aes bedeutet. Es ift alfo ben den Sobenmeffune gen mit bem Barometer allerdinge noch immer einige Ungewißheit übrig, der auch die neueren Bors die guft unten und oben abjumagen, und jugleich bas Barometer ju beobachten, nicht haben abhelfen tonnen. Man muß noch mehrere Reiben febr genauer Beobachtungen machen, ebe. man im Stande fenn wird, hierin etwas gemiffes su bestimmen. Ueberhaupt aber erfordern bergleis den Bepbachtungen die beften Batometer und Die außerfte Genauigfeit, wenn fie nublich fenn follen.

5. In Beziehung auf die Sonne unterschieden die Alten den Aufgang oder Untergang eis nes Hirsterns mit Aufgang der Sonne (ortus cosmicus); Aufgang oder Untergang ben Untergang der Sonne (ortus acronyctus); und das hervortreten aus den Sonnens frahlen (ortus heliacus) oder das Verschwinden

unter denfelben (occasus helincus). Jum Berk ftande der alten Schrittfeller ift es nothwendig, diefen Unterschied ju wiffen.

- 6. Denn ber Aequator und die Efliptif find zwen größte Kreise der himmelstugel, welche von dem Abweichungstreise oder Kolure der Sonnens wenden rechtwinklicht durchschnicken werden. Daber ift der zwischen beide Kreise fallende Bogen des Kolurs das Maß der Schiefe der Efliptit (3 Brief 1 Anmert).
- 7. Benn AFB (Fig. 115), Die Efliptif bors ftellt, fo ift fur jeden Ort O, der Theil FO bes Bogens AO, der vorher bas Azimut vorstellte, ber Bogen ber Efliptif, ber swiften bem Frube lingspuntte ober Derbftpuntte E und dem Orte O ber Sonne liegt. Der Sinus von FO ift = = p (3 Brief 3 Anmert.), und s bedeutet bier ben Sinns ber Abmeichung bed-Orts O, b aber den Rofinus von NB, oder den Sinus von ZN. der größten Abmeichung der Efliptif, alfo sin. 23° 28' = 0,3982. Denn bu ZC auf die Eflips tit, und NC auf den Mequator, fenfrecht ift, fo machen beibe Aren gufammen einen Binfele untel fich, welcher ber Colefe ber Efliptit gleich ift. **416. is** = 0,3982 ps. Is 3. 9. 7 = sin. 300 = os, so wird FQ = 110 20; iff p. = since 60° = 0,866, so wird, FQ = 20° 40' und ift p = sin. (Q°; = 1, 's, who FO 23°, 28'. fann man Grad für Grad, Minute für Minute, Seinede für Gefunde, Die Abmeidungen Der Punte. der Eftipeif berechnen erund bat defi nurgubibis ben einem einzigen Duchtranten gu ithunge Denn gu beit. den Seiten dernitalungen und in gfeichen Entfarunge

gen von ihnen, find auch immer die Abweichuns

gen fich gleich.

Uebrigens geben bie Bole ber Effiptif taglio In Diefen swey Ral burch unfere Mittagsebne. beiben Augenblicken befindet fic der Krüblingse punft und ber Derbftpunft in auferm Dorigonte, und ift go Grade von unferm Metidiane entfernt. Bu jeder andern Beit find immer andre und andre Punfte ber Efliptif im Dorigonte, und man nennt jedes Mal benjenigen Punft ber Efliptif ber Reuns gig fen, ber von jenen zwepen Punften im Dos rizonte um 90 Grabe absteht. Er ift immer ber mittelfte und bochte Punft ber über bem Soris gonte fichtbaren Salfte Der Efliptif. Denn Die Efliptif und der horizont ichneiden fich immer, als zwen größte Rreife ber Simmelstugel, in zwen gleiche Salften.

## ganfter Brief.

Die Sonne durchläuft mit ihrer jährlichen Bes wegung in einem Monate ein himmlisches Zeichen. Sie tritt um das leste Orietel eines jeden unserer Monate, zwischen dem 18 und 23, in ein andres Zeichen: im Marz in den Widder, im April in den Stier, im Map in die Zwillinge, im Junius in den Krebs, im Julius in den towen, im August in die Jungfran u. s. Diese lettre stellt die Sottin der Ernte vor, und man bildet sie mit Enter Korngarbe in den hand ab. Es schein also, dies ein altes Bolt, welches ein dem unseigen ähns

Aches faltes Klima bewohnte, die jest allgemein angenommenen himmlischen Zeichen zuerst erfunden hat, abgleich uns die Geschichte von diesem Bolke seine Rachricht giebt. Denn in Griechenland und in allen wärmeren Ländern erntet man viel früs her, als mit Ende des Augusts, Ueberdieses pass sen auch die Zwillinge, als ein Zeichen der Fruchts barteit, auf unser Llima, weil hier der Man der fruchtbarke Ronat ist. Seibst die übrigen Zeichen scheinen deutsiche Beziehungen auf gewisse Eigens heiten zu haben, wodurch sich ben uns noch jest ein Ronat vor dem andern auszeichnet.

Benn die Sonne ibre Abweidung nicht ang berte, fo murbe fie taglich einen Barallelfreis bes Da fie aber beständig fort ibre Abs weichung andert, fo beschreibt fie am himmel eine Ert von Schraubenlinie, in welcher fie fich balb aber ben Acquator berauf, bald unter ibn berune ter, windet. Indeffen find die einzelnen Binduns gen Diefer Schraubenlinie von Rreifen nur wenig berfchieden. Daber scheint Die Sonne jur Beit ber Ractgleichen ben Aequator, und jur Zeit Der Sons nenmenden die Bendefreise ju burchlaufen, und ihre Abweichung ift im erften Falle = 0, im ans dern aber ber Schiefe ber Efliptif gleich, die man elfe burd Beobachtungen ber Mittagebobe Sonne an ben langften und furgeften Tagen finden fann.

Die Effirtit ift ein so wichtiger Rreis für den Uftronomen, daß er ihn auf der himmelstugel dem Requator vorgezogen, und zur Bestimmung der Länge und Breite ihrer verschiednen Puntte gebraucht hat. Daber tommt es, daß auf der himmelstugel die besondern Ramen der geraden Auffleigung und

Abweichung erfunden werben muffen ; um die Dunfte berfelben auch auf den Asquator begieben Die Are Der Efliptit befchreibt mit ihren Polen, ben ber tagliden Umdrebung ber Sime melstuget, zwen fleine Rreife um Die Bole Derfels ben, welche Die Bolarfreife bes himmels vorftellen. Jeber großte Rreis, welcher burch bie Dole ber Eflipeif geht, beift ein Breitenfreis, weil ber Bogen eines jeden, der swifden einen Stern und Die Effiptif fallt, Die Breite bes Sterns genannt Die Conne felbft bat feine Breite, weil fie immer in der Eflipeit ift, und ihre gange wird, wie gewähnlich, burch die himmlischen Beichen bes Benn fie j. B. bon 7 Beichen 12 Graden und 15 Minuten ift, fo befindet fic die Conne 222 Grade 15 Minuten, vom Rrublingspunfte, nach Often ju, entfernt. Auf eine abnliche Art brudt man Die Lange auch eines andern Geffirnes burch den Bogen der Efliptif aus, der zwischen Den Rrublingspunft und bas Geftirn fallt. tann baber die Lage eines jeben Punfts der Sime melefugel entweder burch die gerade Auffteigung und Abweichung, ober auch burch Die lange und Breite gang vollfommen bestimmen, nachdem man ibn entweder auf den Aequator ober Die Efliptif beziehen will. Gewöhnlich geschieht bas lettre benm Monde und ben Planeten, bas erftre aber ben ben Kirfternen. I

Die Schiefe der Efliptif nimmt jest etwas ab, und zwar nach den neueften Beobachtungen, welche die einzisgen zuwerlassigen sind, etwa um 33. Sefunden in hundert Jahren. Euler mar der erste, welcher des wies, daß sie, wenigstens nach der jestigen Lage der Dinge, abnehmen muffe, und nachber haben die Jerren de la Lande, de la Grange und de la

Place fich mit dieser Untersuchung beschäftigt. Ine bessen kann jene Abnahme nie hober, als auf etwa anderthalb Grade, keigen. Jest ift die Schiese der Efliptif ins Mittel bennahe von 23 Graden 28 Minuten. Denn sie nimmt außerdem, wegen der Einwirfung des Mondes, noch periodisch 9 Jahre lang etwas zu, und 9 Jahre ab, jedoch so wenig, daß die ganze daher rührende Veränderung nur 18 Sefunden beträgt.

Die Sonne geht bes Bintere in ibrer Babn geschwinder fort, als des Commers, und über, baupt ift ihr jahrlicher lauf etwas ungleichformig. Die Aftronomen haben also ganze Reihen von Jahr ren jufammengenommen, fie gang gleichformig eine getheilt, und fo ben mittleren Lauf ber Conne für jedes Jahr und jeden Lag berechnet, aus wels dem fle nachber durch verschiedne Berbefferungen, die nach gewiffen Regeln angebracht werden mus fen, den mabren Ort und die gange der Sonne für einen jeden Meridian berleiten. Jener mittlere lauf fommt also gleichsam einer eingebildeten Sonne au, welche beständig im Mequator aufs gleichfore migfte fortgebt, und jeden gangen Umlauf volle tommen in eben berfelben Zeit vollendet, in welcher Die wirfliche Sonne den ihrigen endigt. Der Zeits puntt nun, da diese mittlere Sonne burch unsern Meridian geht, heißt der mittlere Mittag. Die Zeit, welche swischen zwegen unmittelbar auf einander folgenden mittleren Mittagen verfließt, bleibt fich immer vollfommen gleich. Theilt man fie in 24 gleiche Stunden, und die Stunden wies der in Minuten und Setunden, fo beift diefe Beit: mittlere Connengeit, und bergleichen Beit Beigen gewöhnlich Bendelubren. Der Zeitpuntt bins gegen. Da der Mittelpunft ber wirflichen Sonne

durch unfern Meridian geht, heißt der wahre Mittag, und wenn man anch hier den Zeitraum zwischen zwenen unmittelbar auf einander folgenden Mittagen in Stunden u. f. w. eintheilt, so erhälf man wahre Sonnenzeit, welche gute Sonnenzuhren zeizen.

Der Unterschied zwischen bem mittleren und dem mabren Mittage beift die Gleichung ber Beit. Dan findet fie, wenn man nach ben aftros nomifden Zafeln fur einen gemiffen Meridian ben mittleren Ort ber Sonne, ober bie Entfernung Der erdichteten Sonne vom Frühlingspunfte auf irgend einen Mittag berechnet, und ben Unterschied zwis fchen ibr und ber geraden Auffieigung, welche Die wirfliche Conne in Diefem Zeitpunfte bat, in Beit vermandelt. Denn Diese verwandelte Zeit ift Die Gleidung fur ben angenommenen Mittag. lich findet man fie auf biefe Art nicht gang genou, ba man, um die gerade Auffteigung ber Sonne an einem gemiffen Mittage ju finden, borber ibre mabre lange auf Diefen Zeitpunft berechnen, folgs lich; wenn man fie genau baben will, ben mabren Mittag in ben mittleren, nach welchem die aftros nomischen Tafeln berechnet find, bermandeln, alfo Die Gleichung ber Zeit icon fennen muß. ber gehler, ben man badurch begeht, bag man Den mabren Mittag anftatt Des mittleren fest, ift nur geringe, da ber Unterschied beider Mittage mehrentheils flein ift, und nur zwey Dal im Jahre bis auf eine Biertelftunde ungefahr fleigt. \*) Uebers Diefes fann man jenen Behler nachher, wenn man Die Gleichung der Zeit erftlich beplaufig tennt, fo

<sup>9)</sup> Ramlich im Anfange des Februars auf 143 und im Anfange des Novembers bis auf 161 Minuten hochftens.

blel es nur immer nothig ift, verbeffern. Die ges meinen Ubren werben nach bem mabren Mittage geftellt, aber die Bendelubren oder Brobirubs ren, nach welchen man die gemeinen Uhren riche tet, wenn die Sonne nicht fceint, ober feine gute Sonnenubr ben der Sand ift, muffen mittlere . Sonnengeit geigen. Eine folde Probirubr jeigte 1. B. in Berlin ben 4 August 1701 am mabren Mittage 12 Uhr 5 Minuten 41 Cefunden und in dem Augenblicke, ba fie biefes zeigte, richtete man Die gemeinen Uhren auf 12. Dan muß aber für iebes Sabr befondere Die Beitgleichung auf jeden Lag berechnen, wenn man wiffen will, wie viel eine Probirubr, jur Zeit bes mabren Mittags, Denn da die Zeitgleichung fich beffandig ans dert, wiewol in 24 Stunden nur bochftens um 30 Cefunden, und unfer Jahr nur nach gangen Tagen gerechnet wird, alfo nie dem mabren Jahre vollig gleich ift, fo andert fic die Gleichung ber Zeit alle Jahre fur Die einzelnen Mitrage etwas. beffen bat man auch allgemeine Tafeln får Bleichung, Die aber nur bennabe richtig find. Dits ten im April und Junius, wie auch mit Ende bes Angufts und den 24 Dejember, fallt der mabre Mittag mit bem mittleren faft gang jufammen, fonft find beide beftandig von einander verfchieden.

Die Aftronomen pflegen ihre Beobachtungen mehrentheils in wahrer Sonnenzeit anzugeben, die fie durch ihre Pendeluhren bestimmen, die aber sehr gleichsormig und richtig geben muffen, wenngleich fie weder eigentliche mittlere Sonnenzeit noch Steruzeit zeigen. Sie bemerken nämlich an dem wahren Mittage vor der Beobachtung, da die Sonne durch den Meridian geht, die Zeit der Uhr genau. Seset sie hatte aledann zu gezeigt,

fo wurde ju ber Zeit ber Beobachtung felbit eine Stunde addirt werden muffen, weil die Uhr im Zeitpunfte Des mabren Mittags eigentlich batte 12 zeigen follen, wenn ihre Zeit mabre Beit gemefen Eben fo forgfaltig bemerft man, wie viel Die Uhr am mabren Mittage nach ber Besbachs tung geigt. Ift es auf ihr wieder in Ubr, waren ibre Stunden swifden ben swen Mittaden mabre Connenftunden, die weiter feine Berbeffes Zeigt sie aber alsdann 10 oder rung brauchen. 12, fo maren im erften galle 23, und im lete ter 25 ihrer Stunden, 24 mabren Sonnenftung ben gleich. In beiden gallen muß alfo die nach ber Uhr gefundne Zeit baburch in mabre Beit bers manbelt werben, bag man nach ber Regelderri berechnet, wenn 23 ober 25 Stunden Ubriett 24 Stunden mabrer Sonnenzeit gleich find, wie viele Stunden ber lettern die gefundne Ubrzeit ber Benbachtung ausmacht.

Ueberdieses fangen die Aftronomen ihren Sag ims mer in bem mabren Mittage und 12 Stunden fpater an, als ben burgerlichen Tag. Dadurch, und Dag fie die Stunden in eines fort bis 24 gablen, unterfdeidet fic Die aftronomifde Beit von ber burgerlichen, indem übrigens biefe, fo gut, wie iene, mabre, ober auch mittlete Beit fenn Auch pflegen Die Aftronomen alles in vers flogner (tempus completum) und nicht in laufender Zeit (tempus currens) ju beftims men. Wenn fie g. B. eine Begebenheit auf 1720 Jahre nach Chrifti Beburt, 41 Tage, 22 Stuns ben, 16 Minuten 5 Sefunden fegen, fo fallt dies fer Zeitpunft, nach burgerlich laufender Zeit, auf 1721 den 12 Februar 10 Uhr 16 Minuten, 5 Setunden Bormittags.

Man fann bie Connengeit eben fo in Bogen verwandeln, wie die Sterngeit. Denn die Sonne durchläuft, burch ihre tägliche Bewegung, in Stunden Sonnengeit, eben fo gut 360 Grabe, alfe in einer Ctunde. 15 Grade am himmel, als ein Rigftern in einer Stunde' Sternzeit durch 15 Grabe gebt; ober mit andern Borten: von bem Stundenwintel ber Conne geben eben fo gut auf jeben Grab 4 Minuten mittlere Connengeit, als von bem Stundenwinfel ber Birfterne 4 Minuten Sterngeit auf jeden Grad geben. Auch der Unters foied ber Sternzeit und ber mittleren Sonnenzeit laft fic leicht bestimmen, ba Gie miffen, baß jeder Firftern feinen gangen Umfauf in 23 Ctuns den 50 Rinuten 4. Gefunden mittlerer Connens seit vollendet. Wollen Sie Diefen Zeitunterfcbied genauer bestimmen, fo muffen Gie fich erinnern, daß das Connenjahr 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 48,016 Sefunden lang ift. Denn wenn Die erdichtete Sonne in Diefer Beit von Weften nach Diten 360 Grabe burchlauft, fo muß fienach ber Regelbetri, in 24 Songenftunden mitts lerer Beit burd 50 Minuten 8,6 Sefunden geben. Es geben alfo, in jeden folden 24 Ctunden, nicht nur 360 Grade bes Acquators, sondern noch dagu 50 Minuten 8,6 Gefunden von Dften nach Beften burch unfern Meridian, da die ers dichtece Conne beständig um 50 Minuten 8,6 Ger funden von bem Riefterne nach Often jurudbleibt, mit welchem fie bor 24 Stunden fulminirte. Dies fer Bogen aber von 59 Minuten 8,6 Gefunden 3 Minuten 56,57 Cefunden Sterngeit. Alfo machen 24 Stunden mittlere Sonnenzeit 24 Stunden & Minuten 56,57. Sefunden Sternzeit; und 4 Minuten Sternielt, in welchen ein Grad

Des Aequators burch ben Meribian gest, machen 3 Minuten 50% Gefunden mittlere Gounenzeit.

Die Ungleichformigfeit ber mabren Gonnengeit bat zwen besondre Urfachen. Denn erftlich bewegt fic Die Sonne, felbft in der Efliptif, ungleiche formin: mitten im Binter taglich burch 61, und mitten im Sommer nur burch 57 Minuten. 3mens tens bewegt fie fich nicht im Mequator, fonbern in der Efliptif, und baber murbe ibre Auffteigung immer ungleichformig machfen, wenns gleich ibre Bewegung volltommen gleichformig ware. Es lagt fich jeigen, bag bie Langente threr geras ben Auffleigung allemal fich jur Langente ihrer Lange, wie ber Rofinus von 23° 28' ju i ven balt, alfo immer fleiner ift, ale biefe. \* Stellen Sie fich nun einen gangen Reits vor (Rig. 117), ber von zwenen Durchmeffern AB, DE, in feis nem Mittelpunfte C rechtwinflicht burdichnitten wird, und Sie feben leicht, daß Anfangs bie Tangenten AF, AG mit ihren Bogen Af, Ag wachsen. Berben aber Die Bintel, wie ACH. ACI größer als go Grade, lober als ber Binfet ACD, fo gehoren ju größern Bogen fleinere Lans genten, bis endlich die Tangente von 180° = 0 Bachfen die Binfel noch mehr, fo nehmen Die unter CB fallenden Sangenten wieder mit den Minfeln ju, bis ju 270 Graben, poer bis jum . Bogen ADBE. Weiterhin werden bie Tangens ten wieber fleiner, wenn die Binfel fich vergros fern, und von 360 Graden ift die Sangente Dieraus folgt alfo augenscheinlich, baf Die gerade Auffleigung ber Sonne zwifden o und 90 Graben allezeit fleiner, swifden 90 und 180 Graden größer, zwischen 180 und 270 Graden wieder fleiner und endlich imischen 270 und 260 arbier

ardfer ift, als die lange ber Conne. Es machft alfo aud die gerade Auffteigung ber Conne uns gleichformig, wenngloich ihre Lange immer gleiche firmig gunimmt. Da fie indeffen bald etwas flare fer, balb etwas fcwacher machft, ale biefe, fo muß es gewiffe Zeitpunfte geben, mo beiber Bus nahme gleich ift. Diefe Zeitpuntte murben auf ben Anfang Des Marj, Junius, Septembers und Des jembere fallen, wenn fic Die Sonne gleichformig in der Efliptit bewegte. Da aber bas nicht ges faicht, fo fallen die Tage ungefahr auf ben It Bebruar, ben 14 Map, den 26 Julius und ben I Rovember, an welchen Die gerade Auffteigung ber wirflichen Sonne in 24 Stunden um 59' 8" junimmt, fo wie Die mittlere Bange ber erbichteten Conne, daß alfo aledann ber mabre Connentag dem mittlern gleich ift.

#### Anmertungen.

r. Es läßt sich leicht einsehen, daß man aus der geraden Aussteigung und Abweichung eines Swens seine länge und Breite, und umgesehrt jene aus diesen sinden kann. Es bedeute wiederum (Kig. 115) AFB die Essiptis, Z ihren Pol, und F den Frühlingspunkt, so wird SG die Breite und FBAG oder 270° + AG die Länge des Sterns S. Daher ist x = sin. lat. y = cos. lat. und t = cos. longit. Herner ist SH die Abweichung und FEDH oder 270° + DH die gerade Aussteigung dessehen Sterns, also s = sin. declin. c = cos. decl. — z = sin. asc. rect. und u = cos. ascens, rect. Wir erhalten also zwep Gleichungen zwischen diesen Erbsien (3 Brief 3 Anmert.): x = cbz + as' und ty = uc, oder: sin. lat. = cos. decl. × sin. asc. rect. × sin. 23° 28'

+ sin: decl. × cos. 23° 28' und cob. long. × cos. latit. = cos. asc. rect. × cos. decl. burch welche man die lange und Breite eines Sterns aus seiner geraden Aufsteigung und Abweichung, oder umgefehrt diese aus jenem, finden fann.

2. Benn O ein Punft ber Efliptif ift, fo wird OW die Abweichung, FO die gange und FW die gerade Aufsteigung Diefes Punfes. Es ift aber b. sin. FO = s oder sin. 23° 28'; sin. FO = sin. OW (Anmert. 7. Brief 4). Der cos. OW ober c ist also  $\equiv V (1 - b^2 (\sin FO)^2)$ . Es ist aber auch t = uc, da bier y = 1 ift (3 Brief 3 Agmert.); oder cos. FO = c. cos, FW, also cos. FO und (cos. FW)2 ober  $1 - (\sin FW)^2 = \frac{(\cos FO)^2}{c^2}$ . Daher wird  $(\sin . FW)^2 = 1 - \frac{(\cos . FO)^2}{c^2} = \frac{a \cdot (\sin . FO)^2}{c^2}$ Indem man a2 anftatt 1 - b2 fest. Alfo ift sin. a. sin. FO and sin. FW odes tang.  $\mathbf{F}\mathbf{W} = \frac{\mathbf{a.} \sin.}{\mathbf{F}}\mathbf{O}$ cos. FO = a. tang. FO = tang. FO. cos. 23° 28'. Rach dieser leichten Formel fann man die gerade Aufsteigung aller Puntte ber Efliptit aus ihrer gange finden, oder die Eflips tif auf den Aequator reduziren. Thut man aber das, fo findet man daß ben & 150, Q 13°, M 15° und 20 13° die gerade Aufs steigung eben fo fart junimmt, als die gange.

## Sechfter Brief.

Die Länge der Kirsterne ist hauptsächlich deßhalb. merfmurdig, weil fie fich bestandig verandert und allmablich immer größer wird. Man fieht biefes am deutlichften an den Sternen, welche ber Eflips tif nabe find. Diefe haben die Griechen vor etwa 2200 Jahren unter gemiffe Bilder vertheilt, bes wen fie diefelben Ramen gaben, welche Die Theile der Efliptif, ben welchen die Sterne Randen, icon bamais führten. Alfo fand bas Sternbild des Widders damals da, wo das Zeichen des Wids ders war; bas Sternbild bes Stiers im Zeichen bes Stiere u. f. w. Bir baben noch diefelben Sterns bilder der Griechen, aber fie befinden fich, in Uns febnug des Frühlingspunfts, an gang andern Stels len der Effiptit, und find feit jenen 2200 Jahren über 30 Grade weiter fortgeruckt. Das Sterns bild bes Bidders ift jest im Zeichen bes Stiers; das der Kifche im Zeichen des Widders u. f. m. Eben Deffalb habe ich gefagt, daß man die himms lifden Beichen mit ben Sternbilbern, Die gleiche Ramen führen, nicht verwechseln muffe.

Alle Firsterne, und nicht bloß die der Efliptif, scheinen beständig fort gleich fiart ihre Länge zu verändern. Es hat das Ansehen, als ruckten sie allmählich in Rreisen, die der Efliptik parallel find, immer gleich fark fort, als drehten sie fich um die Pole derselben. Ropernik war der erste, wels der diese sonderbare Erscheinung auf die leichteste und glücklichste Art dadurch erklärte, daß er ans nahm, der Frühlingspunkt, von welchem wir die

Lange rechnen, gebe allmablich rudwarts gegen bie Ordnung der Zeichen, und ber Durchichnitt ber Ebne ber Efliptif mit ber bes Aequators fen alfo veranderlich. Denn fo muß nothwendig die fange aller Rirfterne nach und nach machfen. Stellt name Ild die gerade linie AOL ein Stud der Eftiptif, EOF ein Stud bes Mequators und O ben Frage lingspunft vor (Sig. 118), fo ift, wenn Sie SG aus dem Orte irgend eines Birfterns S fenfrecht auf AL, und SH fenfrecht auf EF gieben, SG Die Breite, SH die Abmeidung, OG aber die lange und OH bie gerade Auffleigung bes Sterns Geht nun der Dunft O allmablich ractwarts nach C, und die Linie EF nach BD, fo find BD und EF, wenigstens bennahe, parallel, Da Die Schiefe ber Efliptit fic nur febr wenig andert. Alfo ift jest CG die Lange Des Sterns S. feine Breite SG aber noch immer ebendiefelbe. Dingegen bat Die Mbweichung beffelben fich in SI, und Die ges rabe Aufsteigung in CI veranbert. In ber That andern alle Firfterne auf biefe Urt nach und nach Die Lange, Die gerade Auffleigung, Die Abweichung : bloß ihre Breite bleibt unverandert. Der Rucks gang ber Punfte ber Machtgleichen aus O in C beträgt nach ben beften Beobachtungen 50% Gefuns den in 1 Jahre, alfo 1 Grad 23 Minuten 45 Sefunden in 100 Jahren; fo, daß die Sterne erfilich in 25791 Jahren wieder an ihre vorige Stellen fommen, welchen Beitraum man auch bas große ober bas platonifde Jahr ju nennen pflegt.

Da wir ben Fruhlingspunkt als einen festen Punkt ber himmelskugel ansehen, so scheinen bie Sterne fich insgesammt nach und nach, wiewohl febr langsam um die Pole ber Efliptik in Rreisen

Die mit der Elkiptik parallel find, vorwärts ju bes wegen. Gelbft ber Polarftern befchreibt einen fole den Rrois, und verandert defbalb feine Entfers nung vom Mordpole. Er ift jest von ihm I Grab 45 Minuten 39 Setunden entfernt, und .nabert fic bem Bole immer mehr. Da er indeffen von bem Bole ber Efliptit 23 Grade 55 Minute, der Rordpol aber 23 Grab 28 Minuten, als das Mag der Schiefe der Efliptit, entfernt ift, und ber Unterfchied beiber Bintel 275 Minuten be tragt, fo fann ber Polarstern bem Rordpole nie naber tommen, als auf 27% Minuten. er in etwa 240 Jahren Diese Rabe erreicht baben wird, wird er fich wieder allmablich vom Pole entfeenen, und julest einem neuen Polarfterne Plat machen, fo wie auch vor etwa 2000 Jahren ein andrer ihm naber Stern von beträchtlicher Sobse bem Bole naber war, ale er. Daber find and himmeldlugeln und himmelstauten nur auf eine gewiffe Zeit richtig und brauchhar, weil zulett die auf ihnen angenommenen Längen der Sterne son ihren mahren lången ju merflich abweichen.

Stellen Sie fich vor, daß die Sonne in einem gewissen Augenblicke genau im Frühlingspunkte ist, und nun immersort zegen Osten in der Elliptik herungeht, so wird zenau ein Jahr versiossen senu sin Jahr versiossen senu sin Jahr versiossen senu sin Jahr versiossen senu sin Jahr versiossen senu sie Jahr wenn sie wieder im Aruhlingspunkte antommt, wo sie wieder keine Abweichung hat. Dieses Jahr heißt das exopische Jahr, und es hält, wie ich Ihnen schon sonst gesagt habe, 365 Tage 5-Stunden 48 Minuten 48,016 Sekunden. Allein in dieser Beit ist der Frühlingspunkt, in Unsehung der Firsterne, um 50½ Sekunden von Osten nach Westen, also der Sonne entgezen, gegangen. Die Sonne vollendet aiso in einem tropischen Jahre

ihren Umlauf, in Anfehung der Firsterne, nicht gang, fondern wenn ein firftern mit ibr am Ant fange bes Jahres, in einerley Puntte ber Effipeit war, fo ift er, am Ende deffelben noch um 50% Sefunden bon ihr entfernt. Die Sonne braucht alfo noch eine gewiffe Beit, um biefe 501 Ges funden zu burchlaufen, welche man burch Rednung bon 20 Minuten 23,6 Sefunden findet. Denn ba fie in einem tropischen Jahre 360 Grade weniger 50% Gefunden jurudlegt, fo lagt fich leicht finden, daß fie in 365 Tagen 6 Cefunden 9 Minuten. 11,6 Sefunden ihre gange Ummaljung vollendet und in Anfebung ber Firfterne wieder in Diefelbe Lage tommt, die fie vorbin batte. Diefer Zeits raum heißt das Sternjahr, und das tropifche warde ihm gleich fenn, wenn Die Buntte ber -Machtgleichen nicht rudwarts gingen. Alfo verure facht das Rudgeben ber Rachtgleichens punfte ein Borruden ber Rachtgleichen felbft, ober eine Berfürjung bes Jahres.

Ich habe Ihnen vorhin gesagt, daß die Sries den vor Alters die Sternbilder langs der Effips tit, welche die Namen der himmlischen Zeichen führen, zuerst eingerichtet und mit diesen Namen belegt haben. Mein man hatte überall am hims mel ähnliche Sternbilder gewiß schon lange vor her und in den alleraltesten Zeiten. Denn da die Sterne nicht gleichsormig am himmel vertheilt sind, sondern in Stuppen stehen, so war es ganz nas türlich, daß man diesen Gruppen besondre Namen gab. Nur waren diese Namen willschlich, und daher dauerte es lange, ehe gewisse Bekennungen allgemein wurden. Die genaue und umständliche Beschreibung der heutzutage angenommenen Sterns bilder gehort nicht hierber. Ich muß mich begnüs

Den, einige allgemeine Bemerfungen über fie ju machen.

Baier hat schon im-Jahre 1603 Karten von ben Sternbildern flechen laffen, worin er die Sterne eines jeden Bilbes mit Griechischen Buch Raben bezeichnet. Diefe Art ber Bezeichnung murbe nachber von andern, und befonders von Rlamftead in feinen großen Dimmelsfarten angenommen und fe ift defhalb beutzutage ben ben Sternfundigen gang allgemein im Gebrauthe. Dan theilt alle bem bloßen Auge fichtbare Firfteune in Sterne von ber erften bis ju ber fechffen Große, und ben ben teleftopifden Sternen unterscheibet man jumeilen woch die von der fiebenten, achten und neuntent Indeffen berubt diefe Eintheilung bloß auf der Starte und Belligfeit ibres lichts. fonft erfcheinen fie und alle gleich groß, und felbft durch die beften Keenrobre nur als Punfte. aus und aus andern Grunden bat man fich von ihrer unermeßlich weiten Entfernung von ber Erbe-Abergengt. Ueber 5000 Rirfterne find bereits von den Uftronomen in Gruppen vertheilt, gegablt und benannt; es giebt aber noch eine jablisfe Menge teleftopifcher Sterne. Einige jeigen fich ben farten Bergrößerungen doppelt, ben mittelmäßigen aber, fo wie bem blogen Auge, einfach. Baier bat die größern Sterne eines jebon Sternbildes immer mit ben erften Buchftaben bes Alphabets bezeichnet ... Der bellfte und glangenofte unter allen Firfternem Der erften Große beißt Sirtud ober ber große Man fiebt ibn ben und bes Abends im Binter gegen Guben, und die hunbstage Saben von ihm ben Ramen, weil die Sonne fiche gur Beit berfeiben, in feiner Rabe befindet.

And viele andre Fixfterns haben, fo wie der Sirius, ihre eigne Ramen. Dierber gebort ben Polarftern, als ber lette im Schwange bes Heinen Baren, und ber Bagen ober soptem Triones im großen Bare. Die lestern find fieben ungemein fenntliche Stenne, deren 6 die twente Große baben. Bon ibnen fommt ber Rame Septentrio, weil diese Sterne nicht ger weit vom Rordpole Reben. Fenner geboren bierber: Arftur, ein Stern erfter Große mifchen ben Rugen bes Bootes; die Lucida lyrae, ober Fidicula poer Bega, ein Stern erfter Große in ber Leier: Mis sol ein rothlicher Stern zwepter Grafe im Dom feus; Capella cum hoedis, ein Stern erfter Broge, nebft brenen fleinen Sternen in der Dale auf der Schulter des gubemannes Altair, ein Stern erfter Große im Abler; Albebaran oben Palilicium, bas Huge bes Stiers, ein rotblicher Stern erfter Grofe im Stiere, ber mit vier am bern Sternen dritter Grafe ein lateinisches V. macht, welches; die Alten Hyades, fo wie bas Siebengeftitn, auch im Stiere, Plojades nannten : Die Rrippe, ein neblichter Stern im Rrebfer und die Efel, zwen fleine Sterne neben ber Prippe: Regulus ein Stern erfier Große ber Bruft des Lowen; Die Rornabre ein Steen erfter, und Vindemiatrix ein Stern britten Grot fe, beibe in ber Jungfrau; Antares ein Stern erfter Grofe im Storpion; Bellatrix und Rigel amen Sterne erfter Groffe, einer in der Schulter, ber andre im Anie bes Orion u. f. w.

Die Alten haben zwischen ihren Sternhildern wiele fleine zerstreute Sterne (Sporades) übrig ger laffen, aus denen man in neuern Zeiten neue Bilder gemacht hat. Einige derseiben find mehr

Denfmabler einer niedrigen Schmeicheley, als des mabren Berdienstes. Auch hat man nur diejenis gen, welche von berühmten Sterntundigen hemuft von, allgemein angenommen.

Die Mildfrage ift ein broiter, weißlichter, um rogelmäßiger, auf manderlen Art getheilter, gleiche fam durch Infein unterboochner, faft nach ber Michtung eines größten Rreifes burch ben gangen Dimmel gebender Stroif, der aus einer jabliofen Menge febr fleiner, bem bloffen Muge gang unfennte licher Sterne ju befteben febeint. In ibm findet man auf der füdlicher Dalbfugel bes himmels swey sant schwarze Blede, die faft mie fcwarze Bolten moftben und bon den Englandern Robe lenfade genannt merben. Gie feben um befis Dunfler and, da die Milchftrafe an ihren Randern verzüglich bell ift. Auch giebt es neblichte Sterne, die wie belle Wilfchen am himmel exscheinen, und man findet um ben Gudpol vorzüglich zwen große Daufen folder Rebelfteme. Ginige ibfen fich, wenn man fie dusch ein binlanglich vergrößerndes ferns robr betrachtet, gang im einen Saufen fleiner Steene auf, Die oft ungemein gebrangt jufammens feben. Undre geigen fich els Sterne, Die mit einer Met von mildweißem Rebel umgeben find, noch andre aber ale bloge Fleden, in welchen and burch. Die farigen Bergrößerungen fich feine Sterne bente lich unterfdeiben laffen. Diefe Rebelfleden find theils glangend, theils nur von mattem aber febr fcmadem Lichte, theils rund und planetens abnlich mit furgen Strahlen, theils unregelmäßig. Außer ben an ber nordlichen Salbfugel bereits bes fannt gewesenen Rebeifternen bat herr herschel, von 1782 bis 1785, beren 1000 gang neue, und nachher noch 1000 andre entdeckt. Unter andern

if in' bem Schwerte bes Orians ein berühmter von hungens entdeckter unregelmäßiger Rebeifieden, bes einen bropfachen Storn umgiebt. Einen andern folden Fleden im Gurtel ber Andromeba kann man mit bloßen Augen unterscheiben.

Cinige Birfterne, welche man beffalb wund berbare nennt, verfchwinden juweilen und erfcheis nen eine gewiffe Zeit nach ihrem Berichwinden wieder, ober fie nehmen an Glanze periodisch ab Andre verschwinden ganglich, fo wie jus weilen dagegen gang neue Sterne erfcheinen. Biele Riefterne jeigen eigne and befondre Bewegungen, Die aber bochf mabricheintich großtentheils baben rabren .. Das die Sonne mit allen Plageren fich nach einer gewiffen Begend bin bewegt, alfo fich einigen Rirfternen immer mehr nabert, und gus gleich von andern entfernt. Wenigstens fast fich, wenn man eine folde Bewegung ber Sonne ans nimmt, die fceinbare Bewegung der meiften Rire Auch find einige flerne febr natürlich erflären. Airfterne jest viel kleiner und andre dagegen gros fer, als fie por Alters waren.

Die Somennungen, welche man den Sterngrupt pen gab, veranlaßten viele Fabeln und poetische Erdicheungen. Man sagte z. B. Orion wäre ein held von riesenmäßiger Größe gewesen, weil in der That die Sterngruppe, welche man Orion nennt, eine der prächtigsten und größten am hims mel ik. Man gab vor, Orion sen vom Sliche eines Storpions gekorben, weil Orion unterging, wenn das Sternbild des Storpions über den hos risont heraufstieg. Ueberhaupt scheint die ganze Mythologie der Alten größtentheils nur eine in Fabeln zehüllte Aftronomie und Phosit zu senn.

## Siebenter Brief.

Zaffen Gie uns nunmehr auch die Bewegung bes Mondes betrachten, bereit Renntnig uns eben fo wichtig iff, als die ber Bewegung ber Conne. Wenn man einige Abende hinter einander auf ibn . Achtung giebt, fo fieht man fehr bentlich, bag er feinen Ort in Anfehung ber Riefterne beständig vers' andert, und eine besondre Bewegung von Beften nach DRen hat. Er befindet fich allegeit in einem von den Sternbildern, welche ben Ramen ber bimme lifden Beiden fabren, und burdlauft fe inach ibrer Ordnung in einem Monate. Demundeachtet lauft er nicht in ber Efliptit, fonbern er bat einen falben Wonat lang eine nordliche, und bernach eben fo lange eine fubliche Breite. Diervon abers jeugt man fich leicht, wonn man bie Sterne, wels che in ber Efliptit oder die, welche nabe an ihr llegen, nebft ibrer Breite, fennt. Indeffen ents fernt er fich bennoch nur wenig von der Effiptif, und nie über 5 Grade 17 Minuten. Sein eigner Lauf ift viel foneller und ungleichformiger, als ber eigne gauf ber Sonne.

Wenn er voll ist, so steht er allemal der Sonne gerade gegen über, so, daß seine känge von der känge der Sonne um 180 Grade verschiedenist. Alsdann geht er in der Racht ungefähr um 12 Uhr durch den Meridian. Die folgende Racht kulminirt er später, und er verspätet sich hernach allmählich immer mehr und mehr, die er endlich, wenn er wieder voll ist, abermals um Mitternacht im Meridiane erscheint, und sich also alsdann um

24 Stunden verspätet hat. Mun aber verstiefen von einem Bollmonde bis jum nächffolgenden ins Mittel 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten 3 Sei kunden oder 29,530589 Tage. Daher läft sich nach der Regeldetri leicht sinden, wenn der Mond in 29,580589 Tagen sich um 24 Sonnden versspätet, das er ins Mittel in jedem Tage, oder in jeden 24 Stunden, sich um 48 Minuten 45,7 Sefunden verspäter, die den Tag dorser, den 45,7 Sefunden später, als den Tag vorher, durch den Meridian gehen, und daher auch von Tage zu Tage jummer später ausgehen musse.

Da der Mand nicht in der Eflintit felbf forte geht, fid aber bennoch, nebft ben Planeten, alle geit nebe an ber Effiptit befindet, fo Baben foon Die Alten fich ju beiden Seifen Diefes geöften Rreis fet, in einer Entfernung von etwa o Graben bon ibm, zwen ibm parallele Kreife vongefiellt, und ben zwifden ihnen eingefclofnen Streifen ber himmelstugel den Thierfreis (Zodiacus) von Den bimmlifden Beiden genannt, Die faft alle Thiere borftellen. Er wird burd biefe Beiden, wie Die Efliptit folbft, in 12 gleiche Theile getheilt, und ber Mond befindet fic beftandig in ibm. Diefer, wenn er voll ift, um 6 Beichen ben bet Sonne abftebt, fo befindet er fic alebann un befto tiefer unter bem Mequator, je bober bie Cons ne, in ber andern Salfte ber Efliptif, aber ism Rebt, und umgefehrt. Daber erhebt er fich in ben langen Winternachten, we und feine Erlenchtung am nothwendigften ift, fo wie die Sonne im Soms mer, febr boch über ben Dorigont; babingegen et in ben Commernachten, wenn er voll ift, nar nies brig em himmel ficht. Er gebt alebann aufwenn die Sonne untergeht, und fulminiet um

Mitternacht. Daber jeigen die Connennien, wenn fie von ibm erleuchtet werben, alsbann bie Stune ben ber Racht gang richtig. Rachber nabert er fic ber Conne immer mehr, nimmt jugleich an Lichte ab, und geht von Tage ju Tage fpater nach Connenuntergange auf. Wenn feine Scheibe nut balb erleuchtet, ober wenn er im lesten Biere tel ift, gebt er um Mitternacht auf, erleuchtet une Die gwebte Dalfte ber Racht, und ift um brep Beiden von der Sonne entfernt, Gein Licht vers mindert fich hierauf noch immer mehr, fein Auft gang fafft immer fpater, und gulett jeigt te fic Maß als ein helles horn fur; vor dem Anfgange ber Conne über bem Dorigante, indem er in daß feibe Beichen tritt, in welchem fich bie Gonne bes Raddem er auf Diefe Art einen baiben Monat lang immer an Lichte abgenommen bat, serfcwindet er hierauf ganglich, unfehlbar bloß beffalb, weil er mit ber Sonne einerlen fange bat. Er ift alebann im Reulichte, und fommen ins dem er im Thierfreife immer weiter fortgebt, nach s bis 3 Tagen von der andern Seite der Sonne, in Weften, als ein belles horn wieder jum Bors fcein, indem er jugleich bald nach ber Conne um tergest. Runmehr nennt man ibn, bis er wieber well wird, ben gunebmenden Dond, weil fein Bicht wirklich von Tage ju Tage größer wird. erhabne Seite feines horns ift alsbann nach Bes fem gefehrt, anstatt daß fie, ale er abnahm, eine entgegengefeste Lage batte: Denn allemal febrt ber Wond die erleuchtete Seize feiner Scheibe Sonne ju. Er entfernt fich nummehr immer weites Don ber Sonne, geht ben Tage auf, und immer fater nach ber Sonne unter. Endlich ift er bath erlenchtet, ober im erften Biertel, und beep

Beichen: von der Sonne entfernt. Er gest aledann um Mitternacht unter, und exseuchtet die erste Salte der Racht. Endlich fommt er der Sonne gegenüber, ist 6 Zeichen von ihr entfernt, und wieder voll. Er geht alsdann auf, wenn sie uns tergeht, und unter, wenn sie ausgeht, scheint also die gange Racht. Dieselbe Reihe von Mondes brüchen (Pinases), welche man auch einen Mondes wech sell (Lunatio) nennt, fängt nunmehr wiese der von neuem an, die ich Ihnen hisher beschries ben habe, dauert einen Monat lang, und wird in jedem Monate wiederholt.

Die verschiedenen lagen bes Mondes und ber Sonne, wie auch gemiffer beweglicher Sterne, Die man im Thierfreise findet und Planeten nennt, gegen einander, beißen Afpetten. Benn amen Geffirne im Thierfreife, wovon wenigftens Das eine beweglich ift, einander beden, ober fich febr nabe tommen und einerlev gange baben, fo fagt man, fie fenn in der Bufammentunft (Coniunctio); fteben fie aber einander gerade gegen über, fo bag ihre laugen um 6 Zeichen, oder 180 Grade, verfcbieden find, fo fagt man, fie fenn im Begenfdeine (oppositio). Go ift ber Mond mit ber Sonne in ber Bufammentunft; wenn et neu; und im Gegenscheine, wenn er voll ift. Boibe Afpetten beifen ben dem Monde mit einem gemeins fcaftlichen Ramen Die Spangien; beide find. überhaupt, auch in Unfebung ber Planeten, bem Aftronomen wichtig, weil ihre Beobachtung jut vollfommneren Renntnif des Laufs jeuer Geftirne viel begtragt. I Wenn bie langen ber beweglichen Beffirne Des Thierfreifes fic um den dritten, viers ten oder fechften Theil des gangen Umfreises von 360. Braben unterfdeiden, fo fteben die Gefirne im get

Dritten, im gevierten, im ge fet fien Scheine. So ist ber Mond, jur Zeit bes ersten und legten Biewtels, im gevierten Scheine mit der Sonne. Die Sterndeuteren oder Afrologie, welche aus den Bestirven die fünftigen Schicksale der Menschen zu enträthfeln sucht, ift vorzüglich auf die Afpetten der Planeten sehr ausmerkam. Diese betrügerische Aunk fand in den Zeiten der Unwissenheit allents halben Bepfall, und sieht noch jest bep unwissens den Boltern in großem Ansehen.

Da der Mond seine belle Geite beständig ber Sonne jufehrt, und Die Große feines Lichts bloß von feiner gage gegen bie Sonne abbangt, indem 28 von beiden Seiten um defto mebr abnimmt, je naber der Mond an der Sonne febt, fo ift jenes Licht bodft mabriceinlich ein blog von ber Sonne erborgtes licht, und der Mond felbft ein bunfler Rorper, von beffen erleuchteter Oberfläche wir bald einen arbflern bald einen fleinern Theil feben. In der That lagt fich der danfle Theil des Mondes, einige Tage por und nach bem Menmonde, wenn fein erleuchteter Theil ficelformig ift, oft mit bem blogen Auge, und noch beutlicher burch ein gutes Kernrobe, unterscheiden. Daß wir ibn ju andern Beiten nicht feben, rabrt theils baber, bag ber belle Theil des Mondes alebann ju groß, und fein Eindruck ins Auge zu fark ist, als daß wir uns Des ichmachen Eindrucks bes dunkeln Theils bewußt fent fonnten; theils daber, daß der dunfte Theil bes Mondes um die Zeiten bes Meulichts von ber Erbe am fariffen erleuchtet wirb. Denn bas fomade licht des bunteln Theils des fichelfbemigen Mondes tommt bochft mabricheinlich von der Erde, welche ben Mond eben fo put, wie diefer die Erde, in noch ftarter erleuchten muß, da fie größer ift, und um die Zoiten des Renlichts, da der Mond nabe ben der Sonne ftebe, fast ihre gange erleuchstete Halfte dem Monde: jutehrt. Ueberdiese ist der Mond ein kugelsbruiger Körper, weil er, wenn er so platt mare, wie er uns zu sepn scheint, auf der uns zugekehrten Geite immer entweder zang, oder gar nicht, erleuchtet senn müßte.

Benn Gie bierben noch ermagen, baf ber Mond um die Erde lauft und unter allen bimms lifden Rorpern und ber nachfte ift, welches felbft Daraus erhellet, daß man auf feinem Die einzels nen Klecken mit bem blogen Auge fo deutlich uns terfceiden tann, als auf ibm, fo merben Sie im Stande fenn, jeden Mondebruch aufs vollständigfte nach allen Umftanden ju erflaren und fich eben Dadurch ju überzeugen, bag bie von uns angenoms menen Case nicht blog mabriceinlich, fonbern ges Stellt namlich die dunfle Rugel mis find. ADBEA (Big. 2), deren Mittelpunft C ift. ben Mond bor, fo fann man die aus dem Mits telpunfte der Sonne herkommenden Strablen ST.SC als parallel anseben, und die auf SC fenfrecte Ebne AB fondert Die erleuchtete Dalfte Des Mondes ADB von der dunfeln AEB ab. \*) Eben fo fann man, wenn unfer Muge fich in T befindet, fagen, daß die auf TC fenfrechte Ebne DE die uns fichtbare Salfte des Mondes DAE von der unfichtbaren DBE trennt. Beide Bors aussehungen find zwar nicht gang vollfommen riche tig, aber bennoch ju unferer gegenwartigen Abe fict binlanglich genau. Der Winkel STC ift Die fceinbare Entfernung des Mondes von der Conne. Man nennt ibn auch mobl die Ausweichung (elongatio).

<sup>\*)</sup> Man febe ben vierten Brief bes III. Banbes.

(clongatio). 4 Er ift dem Bintel ACD gleich. weil er mit ihm, fo wie mit TCF (wenn man BA in F verlangert) in bem rechtwipflichten Dress ecte FTC einen rechten Winkel macht, und DCT ebemfalls ein rechter Winfel ift. Bieben Sie nun Ad fenfrecht auf CD, fo wird Dd, wenn Sie CD ald ben Sinus totus anfeben, ber Querfinus von ACD ober STC (Einleit. 182). Da nun Ad mit TC parallel ift, und wir ben Mond ans T als eine Scheibe feben, beren Durchmeffer DE ift, fo erfceint uns ber Theil Dd in Diefer Scheibe erlenchtet. Die Erleuchtung richtet fich also allemal nach dem Querfinus des Ausweichungs. winfelt bes Mondes. Ueber und unter ber Cone AEBDA. muffen Gie fich allenthalben durch ben Mond andre mit biefer Ebne parallele Durche fonitte, und in jedem folde Puntte, wie d, ges benten. Auf der Rugel Des Mondes felbft liegen alle Puntte wie A, in einem größten Rreife. Da wir fis aber auf ber Cone DE in d feben, fo ift Der Entwurf 'jenes größten Rreifes: auf berfels ben \*) elliptifc. 2 Der Rand alfo Des erleuchtes ten Theils vom Monde ift eine balbe Ellipfe, Die fic, wenn ber Mond in feinen Bierteln ift, in eine- gerade Linie vermandelt. Denn ba ber Quepi fings bon STO = 1 - cos. STC, ber cos. STC aber, wenn STC = 90° oder = 270° wird, = 0; wenn STC = 180° wird, = - 13. und wenn STC = o oder = 360° wird, = + I ift, fo wird jener Querfinus, ben ber 3us fammentunft, wo STC = o ift, ebenfalls = o, ben bem Gegenscheine, wo STC = 180° iff, = + 2, und in den Wiertein, wo STC = 90

Dube Raturi, 4. 26.

odet = 270 Graden wied; = + 1. 68 if alfe ben ber Busammentunft bes Mondes mit .. ber Conne Die Erleuchtung = o, ben bem Begens fcheine geht fie uber bie gange Wondicheibe, beren Durchmeffer = 2 ift, ben ben Biertein aber über Die balbe Scheibe. Wollen Sie ben Mondebeuch für eine jebe andre Ausweichung baben, fo gieben Sie um ben Mittelpunft C (Fig. 119) einen Rreis, den die beiden Durchmeffer AB, FG rechte wintlicht durchschneiden. Rachen Sie ben Binfel DCB ber Ausweichung gleich, welche ber Mond bat, und gieben Sie DE fenfrecht auf AB; fo ift BE ber Querfinus von DCB, wenn CB = 1 ift, und eine burch FEG gebende balbe Ellipfe bestimmt die Gefalt des ben diefer lage erleuchteten Theil's der Mondicheibe.

Benn man ben Wond unter ben Riefternen in feinem Laufe fo lange verfolgt, bis er nach juruckgelegtem Rreife gang genau wieder ju ben borigen Sternen guruttgefehrt ift, fo findet man Die Beit eines folden gangen Umlaufs zwar bald langer bald farger, aber bennoch ift aus febr vies len Umlaufszeiten bas Mittel von 27 Tagen 7 Stunden 43 Minuten 11,5069 Sefunden. Diefer Sternmonat ift von dem periobifden Dos nate, in welchem ber Mond die 12 himmlifchen Zeichen vollig burchlauft vom Frahlingepuntte bis Bieder jum Frublingspunfte, wegen des Borrudens Diefes Bunfte, etwas verfcbieben. Denn nach be la lande macht der lettre nur 27 Lage 7 Stunden 43 Minuten 4,648 Sefunden aus. Die eigents lich fogenannten Monate von einem Reulichte bis jum andern, oder bie fynodifchen Monate. find größer, als beide vorbergebende. Denn indem ber Mond nach bem Reulichte immer nach Often

ju fortläuft, thut die Sonne dasselbe, und ist bennahe um ein ganzes Zeichen weiter, wenn der Moud in seinem vorigen Orte wieder ankommt und den Sternmonat endigt. Daher muß er noch über 2 Tage weiter sortlausen, ehe er die Sonne einholt, so, daß der spnodische Monat 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten 2,6304 Sekunden ber trägt. 3 Zwölf dieser Monate machen ein Mons den jahr, welches also 354 Tage 8 Stunden 48 Minuten 31,5648 Sekunden hält, und von dem Sonnenjahre (von 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 48,016 Sekunden) um 10 Tage 21 Stunden o Minuten 16,4512 Sekunden verschies den ist.

#### An'mertungen.

1. Benn von imeren beweglichen Gefienen das eine den gangen Thierfreis a in ber Beit T, bas andre in ber Beit t gleichformig burchlauft, fo wird, wenn beibe aus einem Bunfte ausgeben, das foneffere, mabrend des erften Umlaufs, fich nach und nach immer weiter von dem langfametn entfernen, und biefes nur ben feinem zwenten Ums laufe einholen. Gefest bas langfamere habe, bem es eingeholt wird, ben Bogen x burchlaufen, · fo if dief in der Beit geschehen, weil fich a : T wie x ju biefer Zeit verhalt. Das fonels ... lere bat indeffen ben Bogen a + x durchlaufen, at + tx - nothig gehabt. und bagu bie Beit unn beide aus einem Bunfte ausgelaufen, alfo jene Beiten einander gleich find, fo wird Tx= at + tx und ber Bogen x = T-t.

die Zeit, in welcher dieser Sogen durchlaufen wird, ift  $\frac{T.x}{a}$ . Folglich wird dieselbe Zeit auch  $=\frac{T.t}{T-t}$ . Durch diesen Ausdruck kann man finden, wie viele Zeit zwischen den Zusammenkunften der Sterne vers sließt, wenn man weiß, wie schnell ein jeder von ihnen sich bewegt.

2. Benn ANM B (Fig. 120) eine halbe Ellipfe, AB ihre große Are a, CM die balbe fleine &b, C'ibr Mittelpunft, und PN irgend eine Ordis nate y, CP aber = x ift, so ift x2 + 12 y2 = \frac{1}{4}a^2 ober y^2 = \frac{1}{4}b^2 - \frac{b^2}{b^2} x^2. Man jeigt dief am tarjeften fo. Es fepn F und f die Brenns punfte der Ellipfe, fo wird CF = Cf = 1 V (a2b2) (Einleit. 214). \*) Es ift aber FN2 = PN2  $+ CP^2 = y^2 + (CF - x)^2 = y^2 + CF^2$  $-2 CF.x + x^2 = \frac{7}{4}b^2 - \frac{5}{62}x^2 + \frac{7}{4}a^2$  $-\frac{1}{4}b^2 - x V (a^2 - b^2) + x^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} x^2$ -xV ( $a^{g}-b^{2}$ ) +  $\frac{1}{4}a^{q}$ , Also if  $FN = \frac{1}{2}a$  $x \vee (a^2 - b^2)$ . Eben so wird  $fN = \frac{1}{2}a + \frac{1}{2}$  $\times V (a^2 - b^2)$ . Also if EN + fN = a and ANMB eine halbe Ellipse, weil man PN gieben kann, wo man will (Einleit. 210).

<sup>\*)</sup> Denn AF.BF = b2; also b2 = (\frac{7}{2}a - CF)

41. (\frac{7}{2}a + CF) = \frac{7}{4}a^2 - CF^2 : \text{sph}. (\frac{7}{2}a + CF) = \frac{7}{4}a^3.

Bey dem Monde verhalt sich PD: PN (31) gnr 120) überall wie CA: Cd (31g. 2) = 1: cos. e menn man die Aasweichung STCe nennt. Daher ist b = a. cos. e, und  $\frac{1}{4}$ a =  $x^2 + \frac{y^2}{(\cos e)^2}$  oder = 1, wenn man  $\frac{1}{4}$ a = 1 sest.

- 3. Den spnodischen Monat findet man durch den oben (Anmerf. 1) erwiesenen Ausbruck Tt.
  wenn man T dem tropischen Jahre der Sonne von 365 Tagen 5 Stunden 48 Min. 48,016 Sef. und t dem periodischen Monate gleich sest.
- 4. Man fann die scheinbare Beite des Mong des oder eines andern Planuten von der Sonne, durch einen Breitenkreis, den man durch ihn zieht, auf die Ekliptik reduziren. So erhält man einen Binkel, der das Maß dos Unterschieds in der Lange des Planeten und der Sonne ift. Diesen nennt man eigentlich die Aus we'lch ung des Plas neten oder des Mandes. Man fami fie aber auch

Die redugirte Answeichung nennen win fle bon der scheinbaren Entfernung zu unterscheiden, bon der sie um deste mehr abweicht, je weiter der Planet von der Effiptif entfernt ift.

# Acter Brief.

Man muß, wie Gle wiffen, Die beobachteten So Ben ber Sterne wegen ber Strablenbrechung etwas vermindern, und man beffimmt die Große Diefer Berminderung auf folgende Art burch Die Erfahl An einem Orte, beffen Polbobe befannt ift, Seobachtet man einen Firftern, der bem Scheitels punfte febr nabe fommt, indem er fulminirt. Die Strablenbrechung in einer fo großen Sobe uns merflich ift, fo lagt fic aus ber benbachteten Dits tagsbobe unmittelbar Die Abmeidung Des Sterns finden. Beobachtet man nun ferner an einer gue ten Ubr, welche Sternzeit gligt, wieviel Beit bon bem Augenblicke an, ba der Stern fulminirt bat, bis ju einem andern Augenblicke, in welchem man abermals die Sohe beffelben gemeffen haf, verfloffen ift, fo fann man, indem man jene Zeit in Theile des Mequators vermandelt, den Stundenwinfel fur Die lettre Sobe finden, und fie alfo genau berechnen. \*) Bergleicht man nun biefe berechnete mit ber beobachtes ten Sobe, fo zeigt beiber Unterschied, wie groß bie Strablenbrechung ift, welche gu jener Sobe gebort. 1

Uber ben bem Monde muß man nicht bloß auf Die Strahlenbrechung fondern auch auf Die Parals fare feben. Um fich von Diefer einen beutlichen

<sup>\*)</sup> Man fche ben britten Brief 3. Anmertung.

Begriff in machen, barfen Gie fich nur erinnern, daß die Aftransmen ben wahren Sprigent eines ieben Dts mitten burch bie Erdfugel fesen, und fic alfo den Besbachter im Mittelpunfte der Erde Es fen T Diefer (Rig. 3), und A irgens andret Bunft auf ber Oberflache ber Erbe: Ens jenem Buutte fieht man ben bimmtifden Rber per L nach ber Richtung TL, aus biefem nach der Richtung AL, und der Winkel ALT, den beibe Richtungen einschließen, beift ber parale lattifche Bintel, ober fchlechtweg die Parals lare Des Dimmelsforrers L. Gie feben leicht daß unter abrigens gleichen Umftanden die Parali lare um defio fleiter wird, je weiter der Punt Li bon der Erde entfernt ift. \*) Die Riefterne baben beffalb nicht die geringfte merfliche Parallare, welt des unter andern auch daraus feigt, bag ihre Ente fernungen von einander an allen Orten ber Erbe bollfommen gleich groß erscheinen. 3ch habe von Diefer Sache bereits an einem andern Orte geres bet, um baraus die ungemein große Entfernung Der Riefferne von der Erde ju erweisen, von web der Sie fich in ber Rolge noch viel beutlicher übers semaen werben. Die Firfterne blenen baber baju, Die Parallare folder Geftirne femtlich ju machen, welche ber Erbe viel naber find. Denn wenn mit 2. B. den himmelstorper L aus A ber einem Rice Rerne erblicen, fo muffen wir bielen aus A nach bet Richtung AL feben. Da er nun nicht Die geringfie merfliche Parallare bat, fo erfcheint er auch einem Auge in'T nach berfelben Richtung, in einer mit AL parallelen Linie. Das Auge in T aber febt ben Punft L nach einer gang andern Richtung,

<sup>&</sup>quot;) Man febe ben 5 Betof bes III. Banbet.

und alfo auch nicht ben jenen Bieleme, fonbelt in einer beträchtlichen Entfernung von ihm.

: .: Monu ein himmeldforper P fich in bet foein baren Sporizontallinie AP bes Deses A zeigt, fo beifit: Die Parallare APT, welche et alebann bab feine Borigontalpagallage. Befdreiben Gie aus T ben Bogen RLPO, und fepen Sie, baf Derfelbe Rorper, ber vorber in P mar, jest in L erfceint, fo ift ALT feine : Sobenparallage; und zwar diejenige, welche zu der Sobe PL obes LAP gebort. Man fest namlich hieben boraus, baf der himmeleffrper vom Mittelpunkte ber Erde T immer gleich weit entfernt bleibt, und berftebt unter der Sobr die fcheinbare, welche der Tors per über bem fcheinbaren Sprigonte von A bat. Denn Sie feben leicht, daß man ben Dimmelefor pern, die eine merfliche Parallare haben, den scheinbaren horizont AP mit dem wahren TQ nicht bermechfeln tonne. Ueber jenem bat ein Bes firm allezeit eine fleinere bobe, als über biefeng und ber Unterfchied beider Soben ift der Parallare gleich. Denn in L 1. B. ift die fceinbare Sobt bes Gestiens LAP, und die mabre LTQ. Da nun AP und TQ parallel find, for ift LaP = LTQ. Es ift aber LaP, als ber außere Wim fel des Drepects LAa, = LAa + ALT, oder , die wahre hohe LTQ (= LaP) ift der Summe ber scheinbaren bobe LAP und der ju diefer Sobe geborigen Parallage ALT gleich. 3m Sos rizonte felbit, ift Die fceinbare Sobe = 0, und die mabre = P.T.Q' = APT, affo der horiums talparallare gleich, und folglich wieder fo viel, als Diefe beträgt, größer, als Die fceinbare.

Sie feben bieraus, warum die Aftronomen der Parallage eine: Bietung jufdreiben, welche ber

Wirtum der Straflenbrechung-gerade entgegenger fent if. Denn ba fie alle Bestachungen auf ben Beittelpunft ber Erbe gurudbringen, fo muffen fie nothwendig ju jeder beobachteten icheinbaren Bobe bes Mondes, ober eines anbern uns etwas naben . Beltforpers, Die Paraudre, Die Diefer Sobe jutomme, bingufligen, um jene bobe in die mabre gil Die Parallare erniedrigt alfo die berwanbelit." Dobe aller Dimmelstorper, fo wie Die Strablens brechung fit erficht. Hebrigens aber ift fe bet Strableubtechung Darin abnito, Daß fie bidg auf die Soben und Dasjenige, was bloß von ben 36 ben abhängt, "wirft, ba fie immer gang in bie Ebne eines vertifalen Areifes RTQ fallt. verandern baber auch die Abweichungen und geras Den Auffteigungen, Die gangen und Breiten bet Denn wenn S (Sig. 115) in feinem Sheitelfrene ZSG, es fen"nun durch die Strate lenbrechung erhöht, ober burch Die Paraffare ers niedrigt-wird, so trifft offenbar der Bogen, NSH nicht mehr auf H, sandern neben H, auf den größten Greis DHE, und 8 andert daber feine Abweichung und gerabe Aufsteigung, wenn DHE der Mequator, oder feine Breite und gange, wenn DHE die Efliptif und N. der, Pol des einen oder Des andern diefer größten Rraife ift. Es laffen fic auch diefe tleinen Renderungen in der Abweichung and Auffleigung, wie auch in ber Arcite und lange, aus ber Beranderung ber Sobe befonders berechnen. Steht aber ber Stegn S in Dem durch N and Z gehenden Kreife felbet, in I 1. B., fo bloibt er in ibm, and wenn feine bobe fich andert; weil NDKN einbedeitelfreit ift. Daber wird burd feine Parallare weber feine gerade Auffteigung, wenn er im Mittagefreife ifebt; noch auch feine

Lange, wenn er fich in einem Greitentreffe Befindet, welcher vertifal ift und durch den Meunzigsten geht; verändert.

Wenn P die Horizontalparallare eines hims melsförpers, p aber seine zu der scheinbaren Johe a gehörige Parallare ist, so läßt sich leicht zeigen, daß auf der kugeleunden Erde überall p = P. cos. a sep. 2 Durch diese Gleichung kann man aus der Horizontalparallare eine jede andre, und umgesehrt jene aus dieser sinden. Die Horizons talparallare ist also unter allen übtigen am gehssten, weil im Horizonts, a = 0, und cos. a = x wird, welches der größte Werth ist, den ein Kosstuus jemals haben kann. Je gehöre a wird, um desso kleiner wird cos, a, also auch die höhens parallare p; und im Scheitelpunkte B (Fig. 3) wird die Parallare endlich gar = 0, weil der Kosinus von 90° = 0 ist.

Die Horizontalparallage eines Gestiens ist für den Aftronomen von der größten Bichtigkeit, weil er durch sie die Entfernung des Gestiens von der Erde ganz genan und zuverlässig bestimmen kann. Denn in dem rechtwinklichten Drevecke ATP ist APT die Horizontalparallage des Weltschere P, und zugleich der Gestwinkel, unter welchem der Halbmesser der Erdfugel AT in Perscheint. \*) Es ist uber TP: AT = 1 : sin. APT oder = 1: sin. P; also TP = AT: sin. P; daß man also die Entsernung des Punkes P vom Mittelpunkte der Erde T in Halbmessern der Erdfugel bestimmen kann, wenn man die Horizontalparallage jenes Punkes weiß. Da aber diese sich durch unmittelbare

<sup>&</sup>quot;) Man febe ben funften Brief bes III. Bandes.

Beskachtungen nicht bestimmen läßt, so muß man sie aus der Sobenparallage durch die Gleichung p = P. con a berechmu.

Sleicovie aber die Varallare einis Himmelse thepers um defto mehr abnimmt, je bober biefer aber ben Sortiont fleigt; fo vergrößert fich bages gen fein fdeinbarer Durchmeffer immer mebr, weil der Rorper dem Auge Des Beobachters fich wirts fich immer mehr nabent. Denn ba ber Bunft A (Rig. 3) innerhalb des Rreifes RPQ und außer Dem Mittelpunfte Deffelben T liegt, fo ift Die ges rade Linie AR am furteffen, und jebe anbre AL, AP um befte langer, je weiter fie fic bon AR mtfernt. \*) Ein himmeletorpet alfo, ber immer von T gleich weit entfernt bleibt, fommt dem Auge in A um befto naber, je bober er aber P binauffeigt, und in R ift er ibm am nachften. Daber ift auch feine fdeinbare Grofe überaft in L in bem Berbaltniffe großer, als AP großer ift, als AL. \*\*) Diefer Unterfchied ift befonders ben bem Monde nicht ju bernachläffigen, beffen Durche meffer burch die Varallare merflich vergrößert wird. Da AP und TO faft volltommen gleich lang ericeint ber Durchmeffer bes Monbes and faft vollfommen fo groß aus dem Mittels punfte der Erde, als im horizonte. Daber nens nen die Aftronomen borigontalen Durchmeff fer bes Mondes ben, welchen ein Muge aus bem Mittelpuntte ber Erbe feben murbe. Berarbfiert man diefen im Berbaltniffe von AL ju TP, fo erbalt man den icheinbaren Durchmeffer fur Die Sibbe LAP.

<sup>&</sup>quot;) Cinleitung IIL Band 141 Anmertung.

<sup>\*\*)</sup> gunfter Brief IIL Banb.

:Wenn given Beshachtet 'unter eimeten' Merle biane und febr weis aus einender bie Sobhe :: eines gewiffen himmelsforpers und feine Entfernung von einem und , ebendemfelben Sirfferne jugleich beobs achten, fo lafit fic baraus die Porizontalparallare jenes Gefirns bestimmen. Denn wenn die beiden Beobachter aus A und B (Fig. 4) ju gleichen Beit Denfelben Dimmelstörper L feben, und Deffen Ente fernung LAF, LBF von ebendemfelben Kirfterne meffen, fo find AF und BF parallel, weil die Kirsterne-feine Parallore haben, und man findet daber den Wintel ALB, indem man die beiden gemefinen Bintel entweder von einander abziebt, oder addirt, nachdem L beiben Beobachtern ents weder auf einerlen Seite, oder auf verschiedenen Seiten des Firfterns liegt. Denn findet das erfire Statt, wie in unserer Figur, mo F beiden Beobe achtern unter L. 4. B. nad Guben ju, flegt, fo faut die mit AF parallele LG aber LA, und es ift ALB = GLB - GLA = FBL - FALweil FBL = GLB und FAL = GLA iff. Källt aber ber Kirftern bem einen Beobacter an Die Rordfeite, bem andern an die Gubfeite bes Rore pers. L, so faut LG unter LA, und es ift ALB = GLB + GLA. Sind nun DAT.EBT Die Scheitellinien beider Beqbachter, fo tennt man auch die Winkel DAL und EBL, als die Koms plemente Der Soben des Korpers L. welche die Beobachter gemeffen haben, und fo ift man leicht im Stande die Parallare Diefes Rorpers ju beftims So fand de la Caille, nach seiner eignen Ergablung, den 6 Oftober 1751 auf dem Borges birge ber guten hoffnung, als er ben Planeten Dars, den bier L vorftellt, beobachtete, und mit dem Sterne & im Baffermanne verglich, LBF

von 26,7" und EBL ben 250 12'7: Bargentin aber jugleich in Stockholm; fast unter bemfelben Meridiane, FAL von 6,6" und DAL von 68° Da nun bem einen Mars, in Amfebung bos Kirkerns, nordlich, bem andern füblich fland, fo way ALB = 26,7" + 6,6" = 33,3"; man nun die Horizontalvarallare des Mars, die bamals überall auf der Erde von gleicher Große war P, fo ift ALT die Sobenparallare, fur ben einen, und BLT fur den andern Bevbachter. Da nun ber Rofinus ber Sobe dem Sinns Des Rome plements derfelben gleich iff, fo wird ALT = P. sin. 68° 14' and BLT = P. sin. 25° 2', also ALT + BLT ober ALB, oder 3313" = P (sin. 68° 14' = sin. 25° 2'). hieraus findet men fogleich P, oder die horizontalparallare des Mars, von 24,63 Sefunden.

Die Erbe ift aber feine bollommue Augel, fondern um die Bole etwas abgeplattet; indeffen weicht fie nur febr wenig bon einer Rugel ab. Dan fann baber, we nicht eine febr große Genquige feit nothig ift, ben ber Berechnung ber Parallagen die Abplattung ber Erde vernachlaffigen. Bird aber die außerfte Benauigfeit erfordert, wie g. B. bep ber Berechnung ber geographischen gangen aus ber Bededung ber Birfterne vom Monde, ober ben Soutenfinfterniffen, fo muß man allerdings auf die wahre Seftalt ber Erdfugel, Rudficht nehmen, obe gleich man ungludlicherweise über biefe noch nicht gang einig ift. Alebann fann die Horizontalparalle are des Mondes i. B. feinesweges auf der gangen Erdfuget, als allenthalben gleich angenommen wers ben, foudern manglegt Diejenige jum Brunder Die unter ber Linfe Statt findet, und nennt : fie defie

balb die aequatorische Parallage. Auf der übrigen Erbe nimmt die horizontalparallage bon ber Linie gegen bie Pole ju immer mehr ab, und ift unter ben Bolen felbft am fleinften. Denn es fen (Rig. 121) DEID eine vollfommne, und in ibr eine an ben Polen A und B abgeplattete Rus gel, beide von gleichem Mequator und gleichem Mits telpunfte T, so ift die horizontalvarallare ELT der eigentlichen Rugel eben fo groß, als die acquas torifde Baraffare ber abgeplatteten; aber die wirt liche hvrizontalparaffare Diefer lettern unter ben Bolen ALT ift offenbar, im Berhaltniffe ber Abs plattung, fleiner, als ELT. Indeffen wird ber fceinbare borigontale Durchmeffer des Mondes durch Die Abplattung nicht verandert, da Die Entfernuns gen EL und AL fast aufe vollfommenfte gleich find. Die icheinbare bibe bes Mondes aber wird burd die fpharbidifche Bestalt der Erde auf vielers len Mit verandert und vergrößert; und Diefe Bers anderung bat auf Die Berechnung ber Sobenpas rallaren einen merflichen Ginfluß. Denn die lothe linien geben auf der abgeplatteten Erde nur unter den Polen und unter der Linie nach dem Mittels puntte ber Erbe, fonft aber überall ben biefemi Puntte vorben. Wenn alfo die Lothfinte GF des Orts F Die Are ber Erbe in C burchfcneibet, und in M ber Mond ift, fo wird FMC bie fceine bare Parallage beffelben, bon delder man baber den Bintel TMC, der an verschiedenen Orben der Erbe febr verfcbieden ift, abzieben muß, um Die mabre, fic auf ben Mittelpunft: ber Erbe T beziehende Parallare FMT zu erhalten. wenn ber Mond fich in unferm Scheitelpunfte bes Andet, bat er alsbann noch eine gewiffe Parallare. Denn er ffeht alsbann nach ber Richtung C.G.

anftatt baß er, aus bem Mittelpuntte ber Erbe T gefeben, fich nach ber Richtung TG jeigt.

#### Anmerfungen.

- 1. Da die horizontale Strahlenbrechung uns gefähr 32 Minuten oder so viel, als der scheins dare Durchmesser der Sonne, beträgt, so zeigt sie uns die Sonne um so viel eher, und des Abends so viel langer, als die Sonnenscheibe Zeit braucht um durch den Horizont zu gehen (4 Brief 3 Ansmerkung). Daher kommt die Berlängerung der Lage, von welcher ich von geredet habe (14 Brief III Band).
- 2. In dem Drepede ATP hat man 1: sin.  $P = TP: AT \cdot (3ig 3)$  und in dem Drepede ATL, sin. TAL: sin. L = TL: AT. Da nun TP = TL ist, so wird 1: sin. P = sin. TAL: sin. L = sin. RAL: sin. L. Run sind P und L sept seine Wintel, die sich verhalten, wie ihre Sinus. P ist die Horizontalparallare und L die zur Höhe a, welche mit RAL goodusmacht, gehörige Parallare p. Es ist also 1: P = sin. RAL: p = cos. a: p und p = P. sos. a.

### Reunter Brief.

Die horizontalparallare des Mondes wird zwar, wie ich in meinem vorhergehenden Schweiben bemerkt habe, mit Necht als der Winkel angesehen, unser weichem der halbmeffer der Erbfugel im Monde

erfcheint; allein bennoch ift Diefe Borffellung, in ber größten Strenge genommen, nicht gang richs Denn wenn DE ber Durchmeffer ber Erbe fugel (Fig. 5), und O: Det Drt des Mondes iff, fo feben Sie leicht, baß zwen Berührungelinien an D und E in O nicht jusammenlaufen fonnen, weil fie parallel find. Die beiden horizontalpas rallaren AOC, BOC, Deren Summe Der Wintel AOB gleich ift, geboren fur die Derter A und B welche in ben Endpunften nicht eines Durche meffers, fondern einer Gebne AB liegen; und ce ift baber auch der Wintel AOB die fceinbare Große Diefer auf OC fenfrechten Sebne, und nicht des ihr parallelen Durchmeffers DE. Allein der Unterfcbied zwifden ben icheinbaren Großen beiden linien AB, DE ift außerft geringe, und beträgt ben ber boppelten Sorizontalparallare bes Mondes feine Sefunde, I alfo eine Rleinigfeit, Die man gang vernachlassigen fann, da fich die Durchmeffer der himmlischen Rorper fo außerft ges nau nicht meffen laffen. Upd fie fommt um befto weniger in einige Betrachtung, ba alle himmlische Rorper fich eben fo verhalten, wie die Erde. allen ift bie icheinbare größte Breite etwas fleiner, als ibr icheinbarer Durchmeffer fenn murde, wenn wir ibn entblogt feben fonnten. Indem wir alfo ihre Sehwinfel- mit bem Sehwinfel der Erdfugelvergleichen, fo ift das Berbaltnig zwischen jenen, und Diefem von dem mabren Berhaltniffe ihrer Scheinbaren Durchmeffer um defto weniger verschies den, da jene Bintel von beiden Seiten um etwas febr weniges ju tiein find.

Nach den genauesten und besten Beobachtuns gen ist die mittlere aequatorische Parallare des Mondes, wonn man die Abplattung der Erde auf  $\frac{1}{178}$  seht, \*) von 57 Minuten 24½ Sekunden. Run ist, wie ich gezeigt habe, die mittlere Entsers nung des Wondes von der Erde, oder TP (Kig. 3) = AT: sin. P. Da nun P = 57' 24½", also sin. P = 0,0166986 ist, so erhält man, indem man 1 mit dem sin. P theilt, TP = 59,88. AT; daß also der Wond um 59,88, oder unges fähr um 60 Halbmesser Erdeugel, von ihrem Wittelpunkte ins Mittel entsernt ist.

Ferner ist der mittlere scheinbare Durchmesser des Mondes, der zu jener mittleren Parallare ges hort, = 31'  $42\frac{1}{2}$ ". Da nun der scheinbare Durchmesser der Erdsugel aus dem Monde gesehen, wie ich gezeigt habe, der doppelten adquatorischen mitteleren Parallare des Mondes gleich, also von 114' 49" ist, und ben so kleinen Winkeln sich die wirks lichen Durchmesser, wie die scheinbaren in gleichen Entsernungen verhalten, so solgt, daß der Durchmesser der Erde zum Durchmesser des Mondes im Berhältnisse von 114' 49" zu 31'  $24\frac{1}{2}$ " = 13779: 3769, oder wie 10,967: 3 sep, wosür man auch 11: 3 sezen kann.

Es ift aber 13779: 3769 auch wie 3,656: 1. Da nun die Oberflächen der Rugeln sich, wie die Quadrate, und ihre Käume, wie die Würfel ihrer Durchmesser, verhalten, \*\*) das Quadrat aber von 3,656 = 13,366 und der Würfel = 48,867 ist, so folgt, daß die Erde eine 13½ Wal größre Obersstäche hat, und einen 48,867 Mal, oder sast 49 Wal, größern Raum umschließt, als der Wond. Sie leuchtet also auch unsehlbar dem Reumonde sast 14 Mal stärfer, als der Vollmond uns.

<sup>\*)</sup> Dan febe ben awen und funfaigften Brief biefes Banbes.

<sup>\*\*)</sup> Einleitung 170 und 174. Sube Raturl. 4. 26.

Die Parallage der Sonne läßt fic nicht, fo wie Die bes Mondes, burch unmittelbare Beobe achtungen bestimmen , weil fie fo febr flein ift, daß auch ein Irrthum von einer oder zwen Sefune ben ben ihr fcon etwas febr betrachtliches ausmacht. Man bat aber durch einen befondern Beg, von welchem ich Ihnen funftig einen Begriff ju geben fuchen will, gefunden, daß die mittlere Sorizone talvarallare der Sonne aufs genaueste 8,7 Setun: ben betragt. hieraus finden Sie auf eben die Art, wie ben bem Monde, indem Gie I mit bem sin. 8,7" ober mit 0,0004218 theilen, daß die Sonne bom Mittelpunfte der Erde, um 23708 Salbmeffer der Erdfugel entfernt ift; eine unger beure Beite', Die 20388850 gemeine Meilen auss macht, beren 860 auf einen mittleren Salbmeffer ber Erde geben, und welche eine Ranonenfugel nur in bennabe 25 Jahren Durchlaufen fonnte, wenn fie gleich, ohne durch den Widerftand ber Luft, oder irgend eine andre Urfache aufgehalten ju werden, in jeder Sefunde durch 600 Auf ginge. Sie ift ungefahr 400 Mal fo groß, als die Ente fernung bes Mondes bon der Erbe.

Den scheinbaren mittleren Durchmeffer der Sonnte muß man, nach ben besten Beobachtungen, auf 32' ½" seben. Er macht also 1920,5, so wie die doppelte mittlere Porizontalparallage der Sonne 17,4 Sekunden aus. Es verhält sich daher wieder, wie ben dem Monde, der Durchmesser der Erde zum Durchmesser der Sonne, wie 17,4: 1920,5 oder wie 1:110,37. Um sich hieraus von der ungeheuren Größe der Sonne einen sinns lichen Begriff zu machen, stellen Sie sich an dem Orte der Erde vor, und Sie sehen leicht, daß sie mit ihrer Masse alles, bis weit über die Bahn

des Mondes hinaus, aussüllen würde. In ihrem Umfange würde sich sogar noch ein zwenter Mond, fast in der doppelten Entsernung des inneren und wahren, um die Erde bewegen tonnen. Denn die mittlere Weite des Mondes von der Erde beträgt nicht einmal völlig 60 halbe Durchmesser der Erdstugel, und das Doppelte dieser Entsernung ist das her nicht viel größer, als der Halbmesser der Sonne.

Das Quadrat von 110,37 macht 12181, 5369 und der Würsel 1344476,227653. Die Oberstäche der Sonne ist also 12181½ Mal gedser, als die Oberstäche der Erde, und der Raum, welchen sie einschließt 1344476¼ Mal gedser, als der Inhalt der Erdfugel; so, daß in ihr 1⅓ Million nen Erdfugeln Plaß haben. Indessen soigt, daß auch ihre Masse um 1⅓ Millionen Mal geößer ist, als die Masse der Erde, weil die Sonne weniger dicht sen kann, als diese.

Der fceinbare Durchmeffer der Sonne ift aber nicht immer bon gleicher Große, fondern er bere åndert fich, und zwar alle Jahre auf eine gleiche und regelmäßige Art. Im Aufange unferes Jahr res ift er am größten, und im Anfange des Julius Swifchen Diefen beiben Grengen am fleinften. machft er von einer Seite allmablic, und nimmt son der andern nach und nach ab. Den fleine ften Durchmeffer bat Chort mit vorzüglicher Gorge falt gemeffen, und bon 31'28" gefunden. Meffungen des größten Durchmeffere traut man nicht fo febr, als denen des fleinsten, weil die Sonne ju Anfange bes Jenners febr niedrig fiebt, und die Strablenbrechung die Bebbachtung unges wiß macht. Isbeffen ftimmen Die beffen Beabache ter barin überein, daß fie ben größten Durchmeß fer i' 5" größer fegen, als ben fleinften. thunen ibn baber son 32' 33" annehmen. **56** . wird der mittlere fceinbare Durchmeffer 32' halten. Diefe regelmäßige Beranderung in Grafe ber Sonnenscheibe fann offenbar blog baber rabren, bag bie Erdfugel in unferm Binter Der Sonne naber ift, als in unferm Commer; daberman auch von ber Sonne fagt: fie fep in ihrer Erdferne (Apogaeum), wenn ihr Durchmeffer am fleinften, und in ihrer Erbnabe (Perigaeum), wenn ibr Durchmeffer am größten ift. Zugleich lehrt die Erfahrung, daß die Geschwins Digfeit Der eignen Bewegung Der Sonne vom Mus fange bes Julius bis ju Ende bes Jahres eben fo regelmäßig nach und nach wächft, und bon ba bis wieder jum Ende des Junius eben fo allmab. lich abnimmt, als ihr scheinbarer Durchmeffer. Das ber fommt es, daß unfer Commer etwas langer ift, als ber Winter, oder daß die Beit von der Krublingenachtgleiche bis jur Derbinachtgleiche Die andre Salfte bes Jahres um 7 bis 8 Tage übers trifft.

Die Punkte der Erdferne und Erdnäße, welche man auch mit einem gemeinschaftlichen Ramen die Apsiden neunt, liegen immer um 180 Grade auseinander. Die gerade Linie also AB (Fig. 6), welche jeue beide Punkte A und B vereinigt, ist ein Durchmeffer der himmelskugel, und geht durch den Mittelpunkt der Erde T; wenn man annimmt, daß sich die Sonne wirklich um die Erde bewegt. Sollte aber auch die besondre Bewegung der Sonne nur scheinbar sepn, und von der Bewes gung der Erde um die Sonne herrähren, so müßte man B die Sonnennäße (Perihelium) und A

Die Sonnenferne (Aphelium) nennen. mag aber die Bewegung der Conne in der Babn ADBA wirflich oder scheinbar fenn, so bleibt es dennach gewiß, baf ju beiden Geiten ber Apfiden ber icheinbare Durchmeffer ber Sonne und ihre fceinbare Gefdwindigfeit bollig auf gleiche Urt wachft oder abnimmt. Es muß alfo auch die eine Balfte ber Sonnenbabn ADB der andern Salfte vollig abnlich und gleich fenn, der Mittelpuntt aber derfelben C anger T fallen. Da fich TA ju TB. wie ber größte icheinbare Durchmeffer ju bem fleinsten verhalt, fo fann man TB burd biefen, und TA burch jenen, ausbrucken. Abbirt man beide, fo ift ibre Salfte ber balben großen Are der Babn CA = CB gleich; giebt man ben fleinern von ber halben Are ab, fo bleibt bas Stud CT ubrig, welches man die Efgentrigie tat nennt. Go findet man, wenn man annimmt, daß TA: TB = 32' 33": 31' 28" fep, daß CT 169,2 Zehntaufendtheilchen von AC ausmacht. Benn TD = AC ift, fo fagt man, Die Sonne fen in ihrer mittleren Entfernung von ber Erde, wenn fie in D anfommt.

Um die Zeit der Sonnenwenden erscheint uns die Sonne in den Punkten A und B. Wein man nun alte Beobachtungen über den Ort der Sonne zu diesen Zeiten mit neuen vergleicht, so sindet man, daß die Apsiden allmählich, wiewohl sehr langsam, am himmel vorrücken. Ihre känge nimmt jährlich um x Winute 6 Sekunden zu, woraus affenbar folgt, daß sie, auch in Ansehung den Kirsterne, nicht undeweglich sind. Denn wären die Apsiden so undeweglich, wie die Firsterne, so würde ihre länge, wegen des Vorrückens der Rachtgleis den, sich jährlich nur um 504 Sekunden vermehr

ren. Da fie aber in dieser Beit um 1. Minnte 6 Setunden wächt, so sehen Sie deutlich, daß jene Puntte, in Ansehung der Firsterne, sich jährs lich um 15% Setunden vorwärts nach Ordnung der Zeichen bewegen mussen. Die Sonne braucht also, wenn sie von einer Erdserne ausgeht, mehr, als ein tropisches Jahr, ja sogar mehr wie ein Sternjahr, Zeit, um bis wieder zu der Erdserne zu gelangen. Man nennt die ganze Zeit, dieses Umlaufs ein andmalistisches Jahr, und es ist um 26 Minuten 34½ Sefunden länger, als das tropische Jahr.

Der Mond verändert seinen scheinbaren Durchs messer noch mehr, als die Sonne. Die äußersten Srenzen der Srösse desselben sind 29' 6" und 33' 43". Jeden Monat ist er einmal am kleinsten, und einmal am größten, und also der Mond eins mal in der Erdsene, das andre Mal in der Erds nahe, und diese Punkte liegen in sedem Monate 180 Grade von einander. Der Mond hat also auch seine Apsidenlinie, die durch den Mittelpunkt der Erde geht, seine Efzentrizität, und eine Bahn, welche durch die Apsidenlinie, oder die große Are, in zwep gleiche und ähnliche hälften getheilt wird.

Diese Bahn fällt aber nicht in die Ebne der Ekliptik, sondern halb über sie, halb unter sie. Denn der Mond hat, wie ich Ihnen bereits gesagt habe, immer einen halben Monat lang eine nords liche, und den folgenden halben Monat über eine stiche, und den folgenden halben Monat über eine stiche Breite. Folglich durchschneidet die Monds dahn die Ekliptik in zwenen einander gegen übers sehenden Punkten, welche man ihre Knoten nennt. Der auf fielgen de Knoten ift der, durch welchen der Mond von Saben nach Norden stelat: Der

abfteigende ber, burch welchen er bon Rorben nach Suben binabgeht. Die Rnotenlinie liegt gang in ber Cone ber Efliptif, und ift Die Durchichnitise linie Diefer Ebne mit der Ebne Der Moudbabn. Benn man ben Mond ju ber Zeit, ba feine fube liche Breite abnimmt und, fcon febr flein ift, fleie fin und oft beobachtet, fo lange bis feine Breite nordlich ju werden aufängt, fo fann man bem Ort feines auffleigenben Anotens am Dimmel bes fimmen, von welchem der Ort des nieberfteigenden Anotens allezeit um 180 Grade entfernt ift, weil Die Anotenlinie gang in Die Cone Der Effiptif fallt, alfo burch ben Mittelpunft ber Erbe geht, Der jus gleich ber Mittelpunft eines größten Rreifes ift, ben ber Mond am himmel in einem Monate burche lauft. Denn wenn der Mittelpunft des Mondes genan in der Efliptit folbft ift, alfo gar feine Breite hat, fo ift er im Anoten feiner Babn, und die gange, die er alsdann bat, ift auch die gange feines Anotens.

Berbachtet man aber die Breite des Mondes aufe sorgfältigste, wenn er gegen 90 Grade von seinem Knoten entfernt ift, so findet man sie Anfangs noch wachsend, hernach aber ben immer fortgesetzen Beobs achtungen abnehmend. Am größten ist fie, wenn der Unterschied in der Lange des Mondes und der des Knotens seiner Bahn 90 Grade beträgt. Diese größte Breite ist zugleich die Reigung der Ebne der Mondbahn gegen die Ebne der Elliptif, oder der Wintel, unterwelchem sich beide Ebnen durchschneiden,

## Anmertung.

1. Das vechtwinflichte Oreneck OBC ift bem rechtwinflichten Drepecke OBF (gig. 5) und BCF

Ahnlich. Daher ist der Wintel CBF = COB, so wie CAF = COA, Ist also, so wie ben der Horizontalparallare des Wondes, GOB von 37½ Minuten, so wird BF zu CB oder zu CE = cos. 57½: 1 = 0,99986: 1. Es ist also AB nur um 100000 oder um 143 sleiner als DE. Run halt AOB 114 Minuten 49 Setuns den oder 6889", und kleine Wintel verhalten sich wie ihre Sinus. Daher macht der Unterschiedzwischen der scheinbaren Größe von DE und AB feine Setunde aus.

#### 3 ehnter Brief.

Rein bimmlifcher Körper bat eine so große Sorte jontalparallare, und feiner ift uns daber fo nabe als der Mond, aber feiner bewegt fic auch fo unregelmäßig, wie biefer. Alles in feiner Babn ift veranderlich, Die Efgentrigitat, Die Anotenlinie, Die Reigung. Seine Apfiden, beren Ort ober lange man findet, wenn man genau bemerft, wo in jedem Monate der icheinbare Durchmeffer Des Mondes am größten und am fleinften ift, ruden viel schneller vorwärts, das heißt: nach ber Ordnung ber himmlifden Zeichen, fort, als Die Apfiden ber Sonne. Sie geben in einem Jahre ins Mittel burch 40 Grade 39 Minuten 52 C# funden und fommen in 8 gemeinen Jahren 309 Sagen 8 Stunden 37 Minuten 30 Sefunden burd alle bimmlifche Beiden berum. Daber ift Die Beit, welche ber Mond braucht, um wieberum dieselbe Apside ju erreichen, aus welcher er ausges gangen ist, oder der anomalistische Monat, um 5 Stunden 35 Minuten 30 Sekunden länger, als der periodische, und hält 27 Tage 13 Stunden 18 Minuten 35 Sekunden ins Mittel.

Sogar in den Erdfernen oder Erdnaben ers fceint uns ber Mond nicht in iebem Monate aleich groß, und Sie feben bieraus, daß feine Efzentrizität, welche ins Mittel 0,055 von ber balben großen Arc feiner Babn, ober von feiner mittleren Entfernung von der Erbe, beträgt, vers anderlich ift. Dan findet fie am größten, wenn Die Spangien in die Apfiden, und am fleinften, wenn fie oo Grade davon fallen. Eben fo pers anderlich ift die Reigung der Mondbabn gegen Die Efliptif; nur von 5 Graben und 18 Gefuns den, wenn die Spingien in den Anoten find, aber son 5° 17' 58", wenn die Biertel dabin fallen. Die Knoten felbft geben rudtmarts fort, Beifit: gegen die Ordnung der himmlifden Beiden; und zwar taglich ins Mittel burch 3 Minuten 104 Sefunden fo, daß fie in 18 gemeinen Jahren 224 Tagen 4 Stunden 45 Minuten durch Die gange Efliptif berumfommen. Die Beit, welche der Mond braucht, wenn er aus einem Anoten ausgegangen ift, um wieder bis babin ju fommen, oder ber Anotenmonat, ben man auch ben Drachem monat mennt, beträgt, nach de la gande, Sage 5 Stunden 6 Minuten 56 Gefunden. Bes gen biefer Unregelmäßigfeiten bat Die Berechnung bes Wondlaufs ben Sternfundigen von jeber uns gemein viele Dube gemacht, bis endlich Remton Die mabren Urfachen berfelben entbeckt, und Maier burch feine Mondtafeln Die genaue Uebereinstime mung der Remtonichen Theorie mit ber Cefahrung gezeigt hat.

Begen ber großen Rabe bes Mondes fann man felbst feine kleinern Rlecken schon mit dem blogen Auge erfennen, durch gute Fernrahre aber mit vorzüglicher Deutlichkeit unterfcheiben. bat diefen Riecken besondre Ramen gegeben, mit benen Sie fich leicht burch eine gute Mondfarte befannt machen fonnen. Diefe Ramen haben ber fonders ben ben Beobachtungen ber Mondfinfters niffe ihren gwten Rugen; weit fle und in den Stand fegen, ben Fortgang und die Abnahme ber: felben genan und auf eine allgemein verftandliche Art ju bestimmen, indem wir den Zeitpuntt bes merten, wo diefer ober jener Alecten verbunfeit in werben anfangt ober aufbort. Man war um befth leichter im Stande, Die Flecken des Mondes ju unterscheiden und ju beneunen, da uns der Mond immer diefelbe Geite zeigt, und wir auf ibm ims mer diefelben Flecken, faft vollfommen in einet unveranderten lage feben. Bielleicht find Gie ges neigt hieraus zu schließen, daß ber Mond fich gar nicht um fich felbft berumdrebt. Maein eine geringe Aufmertfamteit wird Sie übergengen, daß folder Schluff unrichtig und übereilt wurde. Denn wenn Sie j. B. um einen Lifch, auf deffen Mitte ein Bud liegt, fo berumgeben, daß Ihr Beficht beständig nach dem Buche geriche tet ift, fo febren Sie baffelbe nach und nach gegen alle himmelegegenben, Anfangs j. B. nach Often, nachber, wenn Sie um ben halben Tifc berum find, nach Weften, endlich, wenn Sie auf ben erften Ort jurudfommen, wieder nach Often. Bas ren Gie an einem Orte fichen geblieben, und bats ten Sie fich nach und nach gegen alle himmelis

gegenden tebren wollen, fo batten Sie fich gang in die Runde berumdreben muffen. Also baben Sie fich wirflich zugleich ein Mal gang berumges brebt, indent Sie auf Die angenommene Aut um ben Lifch herumgingen. Da nun ber Mond, ine bem er um die Erde geht, ebenfalls der Erde bes ftandig ebendiefelbe Sette jufebrt, fo feben Sie leicht, bag er fich, ben jebem Umgange, jugleich auch ein Mal um feine Are brebt. Der Buntt feiner Oberfiche, ber fich in der aus feinem Dits telpunfte nach dem Frühlingspunfte gezogenen geras ben Linie befindet, fommt, ben Diefer Drebung, nach einem periodischen Monate wieder in Diese Linie: und wenn diefelbe nicht nach dem Krublings. punfte, fondern nach dem Mittelpunfte ber Sonne nebt, fo brancht er einen fpnodischen Monat Zeit, um aus jewer Linie, bis wieder in fie, ju gelangen, fo, bag ber Sonnentag im Monde dem fonsbifden Monate vollig gleich ift.

Wir fennen alfo nur Die eine Saffte von ber Oberfläche des Mondes, Die andre erblicken wir nie, ungeachtet fie von der Conne eben fo gut ers . leuchtet wird, als die uns fichtbare Salfte. feben auch von den Einwohnern bes Mondes, wenn es bergleichen giebt, Diejenigen, welche fich auf ber einen Sulbfugel beffelben befinden, Die Erde nie, Die auf ber anbern Salfte bagegen genießen ibr Licht bes Racts. Indeffen find die Grengen gwis fchen diefen beiden Salften nicht gang unveranders lich. Denn wenn man ben Mondy mabrend feis nes gangen Umlaufs um die Erde, baufig beabachs tet, fo bemertt man an feinen Flecken eine fleine - periodifche Berructung oder Bewegung bald nach Der einen, balb nach ber anbern Seite, Die man das Schwanten des Mondes (libratio lunae)

mennt. An dem einen Nande der Mondschie ers
scheinen nach und nach Flecken, die man vorher
nicht sah, indem zugleich an dem entgogengesetzen
Rande andre Flecken verschwinden, die sman vors
her erblickte. Diese Beränderung bemerkt man sos
wohl an dem dklichen und westlichen, als anch an
dem nordlichen und sädlichen Raude der Monds
scheibe, und sie läst sich nach allen Umständen dents
lich begreifen, wenn man weiß, daß die Are des
Mondes die Sine der Estiptis sas sensche durchs
schneidet, und die Erde sich außer dem Mittelpunkte
der Mondbahn besindet.

Die Mondflache ift ungemein ungleich und bos derig. Die Rander Des erleuchteten Theile ber Monde fcbeibe find nie gang glatt, foudern bier und da wie ausgebrochen; und burch gute Rernrobre unterfcheibet man überall auf der Scheibe Erbobungen und Bers tiefungen. Alfo bat ber Mond Berge, und zwar nach Berbaltniß febr bobe und febr baufige Berge. Daber fiebt man allemal nabe an dem Rande feiner Erleuchtung in dem bunfeln Theile bin und wieder eine Menge heller Puntte, welche nichts anders fenn fonnen, als Bergfpigen, Die von der Conne erleuchtet werden, ebe fie noch unten in ber Cone aufgegangen ift. Daber erblict man burd gute Kernröhre in dem abnehmenden und junehmenden Monde neben ben erbobeten belleren Theilen ges wiffe veranderliche Flecken, die fich nach bem Stande der Sonne richten, ihr immer gegen über flegen, im vollen Monde gang verfcwinden, und nichts weiter find, als die Schatten ber Berge. Einige ber lettern find nach Berechnungen, Die man barüber gemacht bat, über eine Deile hoch, und alfo bober, als unfere booften Berge. 2

Auferdem ift die Mondfdeibe mit einer Menge ardberer und fleinerer runder und ringformiger Bleden gleichsam überfaet, welche ringsumber mit einem erhöheten belleren Balle eingefaßt find, und in Der Mitte beutliche und nach bem Stande ber Soune veranderliche Schatten jeigen, alfo Berties fungen find, die mit den Rratern ber feuersvenens. Den Berge auf Der Erde Die größte Aebulichfeit Aus vielen Diefer Bertiefungen erbeben fich fleinere Berge, wie aus den Rratern unferer Bulfane. Andre find mit Streifen umgeben, Die son ibnen, wie Strablen von einem Mittelpunfte, ausgeben, und burch Strome einer aus ben Tras tern ausgefiognen Materie ober Lava berborges bracht ju fenn icheinen. Ueberdiefes baben viele jum Theil febr gefchictte Beobachter ju verfchiebes nen Zeiten mitten in dem Dunkeln Theile Mondes belle Bunfte, als Runfen, gefeben. sbgleich man vielleicht einige folche febr fcmach glimmende Punfte vom jurucfgeworfenen Lichte ber Erbe berleiten fonnte, fo lagt fich boch bas, felbft nach bem Urtheile bes berühmten Berfchel, in Ans febung aller nicht thun. Denn bas Licht vieler folder Puntte ift bligend und fart, and an einis gen will man fogar beutlich bemerft baben, bag Re auffliegen und wieder berabfielen. Sie jeugen alfo von einem wirklichen Fener im Monde, und es folgt aus allen angeführten Erscheinungen, bag es auf Diefem himmelsforper eine große Menge ungebenrer Bulfane giebt, Die noch jest fortbreng Diefes beweisen auch die febr betrachtlichen nen. Beranderungen, die auf feiner Oberflache nabe ben ben Bulfanen von Beit ju Beit noch jest pors geben. Einige Einfentungen auf der Mondflache find von ungebeurer Grobe, bis an 30 Deilen im

Durchschnitte, und einer diefer Krater, bott 3½ Meile im Durchmeffer, ift, nach herrn Schröters Ausmessung, mehr als 3000 Pariser Rlaftern tief, Das noch fortdauernde Feuer beweiset zugleich, daß der Mond mit Luft umgeben ist, welches sich auch aus der von herrn Schröter sehr deutlich bemerkten Dammerung auf dem Monde schließen läßt. Mur scheint die Atmosphäre des Mondes dunner, wenigstens reiner, und nicht so mit Dünsten aus gefüllt zu sehn, als die Erdatmosphäre.

Einige Bertiefungen auf bem Monde, als ber Plato, find inwendig allenthalben fdmarglich, und alfo vielleicht, fo wie auch viele Rrater erloschner Bulfane auf der Erde, mit Baffer angefüllt. Denn bas Baffer, als ein burchsichtiger Rorper, wirft bas licht, außer wenn es unter einem febr fleinen Winfel auffällt, fomacher jurud, als die meiften undurchfichtigen Materien. Indeffen giebt es bennoch auch undurchfichtige Rorper, die entwes Der fcwart find, oder boch bas- licht ungleich fcmacher juructwerfen, als andre. Alfo fonnen auch die großen und unveranderlichen Rlecken im Monde entweder Baffersammlungen und Meere, oder fefte Theile fenn, welche das Licht viel fomas der gurudwerfen, als die hellern Theile. bielt fie fonft fur Meere, weil fie fich, wenn die Grenje ber Erleuchtung ber Mondicheibe durch fie bindurchgebt, ziemlich glatt und ohne große Uns gleichheiten zeigen. Allein es ift jest ausgemacht, daß fie feine Meere find, weil man durch gute Fernrohre auch in ihnen baufige Bergreiben und Bertiefungen, Die mit Ballgebirgen umgeben find, wabrnimmt. Ueberhaupt ift auf ber gangen uns fichtbaren Mondflache mohl feine eigentliche Ebne, Die mehr, als funf Meilen, im Durchfcnitte batte.

Sollten also die Mondebnen auch mit Waster bes deckt sepn, so muste dennoch der Mond nur sehr kleine Meere haben, die man mit den Meeren der Erde gar nicht vergleichen konnte. Die Oberstäche des Mondes scheint also ganz dde und unfruchtbar zu sepn. Denn wie läßt sich Kultur und Fruchts barkeit ohne Quellen und Regen gedenken? und wie-konnten auf unserer Erde Regen und Quellen so gemein sepn, wenn wir nicht so große Meere hatten? In der That hat man auch auf dem Monde noch nicht die geringsten Spuren von Flusssen oder Wolfen entdeckt, und die Lust scheint das selbst immer heiter und rein zu sepn."

Ueberhaupt ift die Mondstäche der Erdstäche, so viel wir davon urtheilen können, ganz unahnlich. Man sindet auf der erstern keine so weit ausges dehnte Bergketten, als auf der lettern. Dagegen hat sie sehr viele und zum Theil riesenmäßige eins zeine Berge, und unzählige ungeheure Bullane. Das Feuer scheint auf ihr der einzige Werkmeister gewesen zu senn, und das Wasser an ihrer Bildung keinen Untheil genommen zu haben.

Die Mondstäche ist durch ihre sehr große Unsebenheit zur Erleuchtung unserer Rächte vorzüglich geschickt. Wäre sie ganz glatt, so würden wir im Monde, als in einem erhabnen Spiegel, bloß'ein sehr kleines Sonnenbild, als einen hellen Stern, erblicken. Das Mondlicht ist gelblichweiß und dem Sonnenlichte ähnlich, nur viel matter. Eben so müßte einem Zuschauer, der im Monde stände, die Erde, als eine gelblichweiße leuchtende große Scheibe am himmel erscheinen. Denn das Sonnenlicht wird von der Erde, so wie vom Monde, entweder anverändert, oder verändert und gesärbt, zurücks

geworfen. Das erftre ift allezeit ungleich bichter, und macht baber auch auf unfer Muge einen uns gleich ftarfern Gindruck, als bas lettre. Ueberdies fes balt der fleinfte Puntt, den wir felbft durch Die allerbeften Fernrohre auf der Mondicheibe deuts lich unterfcheiben fonnen, wenigstens einige buns bert, ja mehrentheils einige taufend guß im Durche meffer. In einer fo großen Strede aber findet man auf der Erde, und unfehlbar auch auf dem Monde, febr viele gang verschiedene garben neben einander. Diefe vermischen fich in unferm Auge ju einem weißlichen lichte, und wir erhalten baber in einer fo großen Entfernung bloß ein bem Connenlichte abulides Licht vom Monde. Bir fonnen beghalb zwar auf ihm Stellen, welche fomach leuchten, von den beller leuchtenden unterfdeiden, aber eis gentliche Farben ift felbft bas befte Febrnrohr nicht im Stande uns auf der Mondicheibe ju zeigen.

#### Anmerfungen.

1. Wenn gleich der Mond immer vollfommen ebendieselbe Seite dem Mittelpunkte der Erde zus kehren möchte, so würden wir dennoch, da wir ihn von der Oberstäche der Erde sehen und er eine so beträchtliche Parallare hat, nicht immer vollsommen ebendieselbe Seite von ihm erblicken, sondern an seinen Kändern einige Veränderung in der Lage der Flecken bemerken. Allein von diesem geringen täglichen Schwanken des Mondes ist hier nicht die Rede, sondern bloß von dem, welches selbstalsbann, wenn unser Ange im Mittelpunkte der Erde wäre, Statt sinden müßte.

Menn namlich ber Mond in feiner größten nordlichen Breite beobachtet wird, fo findet man nache

nachber, baf die füdlichen Rleden beffelben ims mer mehr verschwinden, Die nordlichen immer ties fer in die Mondicheibe rucken, und daß am nords lichen Rande neue Flecken jum Borfdein fommen. Diefes dauert fo lange, bis ber Mond feine größte füdliche Breite erreicht bat. Indem diefe bierauf abnimmt, erfolgt bas Segentheil ber vorigen Bere ånderung, bis alles wieder in feinen vorigen Stand fommt, wenn der Mond wieder feine größte nordliche Breite erhalten bat. Diefes Comans fen in die Breite fommt baber, baß Die Are. bes Mondes Die Cone ber Efliptit unter einem Binfel von 88% Graden Durchichneibet und ber Mond eine betrachtliche Breite bat. Denn es fep TA die Cone der Efliptif (Rig. 122) und in T ber Mittelpunft ber Erde, ber Mond aber in feiner größten nordlichen Breite ATC in C, und GFA fen feine Ape, fo ift in dem Drepecte ATC ber Binfel TAC von 884 Graden, ATC ungefahr von 5 Gras ben, alfo TCA bon 86% Graden, G ift ber Rordvol bes Mondes, F fein Gudpol. Biebt man nun fg durch C fenfrecht auf TC, fo ftellt fGg ben Theil bes Mondes por, den man aus T aberfeben tann, ober er ift die Salfte, welche hier ber Mond gen den Mittelpunft ber Erde febrt. Sie gebt bis aber ben Gubpol beraus, endigt fich aber Dieffeits des Nordpols und G ift ihr fceinbares Mittelpunft. Rommt nun nachber der Mond in feine größte fudliche Breite in B. fo fann er nicht mehr vollig ebendiefelbe Salfte nach T febe ren, weil feine Are fich immer parallel bleibt. Sie ift jest in DBEa, der Wintel DaT ift von 914 Graden, also TBa von 834 Graden, weil BTa ungefahr 5 Grabe balt. Biebt man baber BI parallel mit CG, fo ift DBI = FCG,

alfo IBH = DBT - DBI = 962 - 861 = 10 Graden, oder der Binfel IBH ift der pelten größten Breite bes Mondes gleich. scheidet die auf TB fenfrechte de die fichtbare Salfte bes Mondes von ber aus T unfichtbaren. Der Rordpol E fallt über, Der Gudpol D unter de, und H ift der Mittelpunkt Diefer Salfte, ber borige Mittelpunft aber P ber fichtbaren Salfte befindet fich jest 10 Grade weiter, in I. Man fiebt alfo augenscheinlich, marum Uebergange des Mondes aus C in B füdliche Rlecken berfcwinden und nordliche gum Borfcein fommen. Und da die Breite des Mondes peranderlich iff, fo ift auch Diefes Schwanten in Die Breite fich ungleich, weil es immer ber Doppelten Breite bes Mondes gleich bleibt.

Das Somanken in Die gange findet Statt, menn ber Mond aus der Erdnabe in Die Erdferne, ober aus diefer in jene, geht. Im ers ften Kalle verschwinden billiche Bleden und wefte liche erfceinen bis gur mittleren Entferung bes Mondes von der Erde. hierauf verschwinden die lettern allmählich und man fieht die erftern nach und nach wieder, bis in der Erdferne der Mond vollig fo ansfieht, wie er in ber Erdnabe aussab. So wie er weiter geht, verfdwinden die Rlecken am bfilichen Rande und es erscheinen neue Fleden am westlichen bis jur mittleren Entfernung von der Erde, worauf wieder die lettern fic allmabs lich jurudieben und Die erften wieber jum Bors fcein fommen. Diefes Schwanten beträgt übers' baupt ins Mittel 6,3 Grade. Um es ju begreis fen, muß man miffen, daß der Mond in einer Ellipfe um die Erbe lauft, in Deren einem Brenns

puntte biefe ift. Dochte er gang gleichformig forts geben, fo murbe er, ba er fich gang gleichformig um feine Are brebt, in jedem Puntte E. D feiner Babn (Fig. 6) genau Diefelbe Seite nach bem . Mittelpuntte berfelben C febren. Run findet gwas Diefes nicht in der größten Scharfe Statt, ba ber Mond in feiner Ellipfe ungleichformig fortgebt: indeffen werben wir hier feinen merflichen Brethum begeben, wenn wir indeffen biefe Ungleichformige feit bernachläffigen. Da alfo ber Mond gegen C in immer Diefelbe Seite wendet, fo fann er offenbar in T, oder in dem Mittelpunfte ber Erde. nicht immer vollig einerlen erscheinen. Dan fiebt leicht bag ber Unterschied feiner fichtbaren Salfte bem Binfel CET ober CDT gleich ift. Es ift aber TE: CT = sin. ECT: sin. CET, alfo '. sin.  $CET = CT \cdot sin. ECT : TE$ . und A, ober in ber Erdnabe und Erdferne ift sin. CET = 0 und man fieht in beiden Punften ben Mond aus T eben fo, wie aus C, das beißt: sollia auf gleiche Art. Und da CT febr flein, folglich TE aberall bennahe von gleicher Große ift, fo folgt, daß sin. CET am größten ift, wenn sin. ECT = 1 alfo ECT ein rechter Binfel Biebt man nun Die halbe fleine Are CD ber Ellipfe, fo findet das im Punfte D Statt. Dier namlich ift DCB ein rechter Binfel, aber zugleich auch DT der balben großen Are AC, ober der mittleren Entfernung Des Mondes vom Mittelpunfte ber Etde gleich. Denn ba'T ber eine Brennbunft Der Ellipfe ift, fo barf man fich nur ben andern von ber andern Seite bes Punfts C, und aus ibm eine gerade nach D gezogene Linie benten, = DT fepn wird. Denn da die Summe diefer beiden Linien = AB ift, fo muß DT = AC

sen. \*) Also ist in der mittleren Entsernung des Mondes van der Erde dieses Schwanten am größe ten; und da CT: DT = 55: 1000, also sin. CDT = 0,055 ist, so beträgt CDT ins Mitstel 3° 9' und das ganze Schwanten, weil es über der Linie AB so groß ist, als unter ihr, überhaupt 6° 18'.

2. Wenn ZDOEZ (Rig. 112) den Pond vore fellt, der bis Z erleuchtet, von Z aber gegen D Duntel ift, und es zeigt fich in H ein beller Punft; so meffe man den Bogen ZH. Gefett er balte 4° 25'; fo ift jener Punft bie Spige F eines in H befindlichen Berges, welche ber ben Z die Monde fugel berührende Sonnenftrabl IZF erleuchtet. ift aber FH = secans 4° 25' - 1 = 0,00201 wenn man ben Salbmeffer bes Mondes CZ, als Den Ginus totus, oder als Die Einheit, annimmt. Da nun Diefer Salbmeffer 235 Meilen von 3800 Bar. Rlaftern, beren 860 auf den mittlern Salbe meffer ber Erde gehn, enthalt, fo macht FH, ober Die Bobe des Mondberges, 0,68 oder faft 70 einer Diefes Bepfpiel und Diefe Detbode Meile aus. find van Seveln; herr Schroter aber bedient fic einer andern Art Die Sobe der Berge im Monde an bestimmen. Er mißt namlich die Lange ihrer Schatten in dem erleuchteten Theile des Mondes und berechnet die Sonnenfohe auf der Stelle Des Berges aus der Ausweichung bes Mondes und der Entfernung Des Berges von der Lichtgrenze. Auf Diefelbe Art berechnet er auch die Tiefe ber Einfentungen auf Der Mondflace. Go fand er einen ber bochfien Berge im Monde 25000 Par. Auf ober fast 1 - Weile boch:

<sup>\*)</sup> IIL Band Ginleitung 210.

## Eilfter Brief.

Gleich nach ber Erfindung ber Fernrifre fing man an, die Sonnenscheibe und ihre Bleden mit Sufmerffamfeit und anbaltenb tu beobachten bat fic Scheiner burd bergleichen befondere Beabachtungen im Anfange bes fiebzehnten Jahr bunderts berühmt gemacht. Unfeblbar batte man foon lange vorber Die Sonnenfieden bemerft, abet Re feiner besondern Aufmertsamfeit gemurdigt. Denn fie jeigen fich oft felbft bem blogen Aust als fowarje Buntte in der Sonnenfcheibe, went man Diefe burch gefarbte ober angelaufene Blafet fo betrachtet, bag bas Muge ihren Glang ertraget fann. Glafer namlich, Die man über einem brens nenden lichte oder einer tampe gang fcmatz ait laufen lage, bis fie fur maßig erleuchtere Begent fande gang undurdfictig werben, geigen bie Gont nenscheibe Deutlich mit einer bunfelrothen bem Auge gang unicablichen garbe. Ben ben Ferntboten bat man gewöhnlich platte, febr buntel und fidet gefarbte Glafer, Die vor bas Augenglas gefardubt werben, wenn man die Sonne betrachtett willi Man fann auch burch ein Belioftop bie lage bes Flecken beobachten; fie laft fich aber viel genauet burch Bernrobre, Die mit Milrometern verfeben find, beftimmen.

Die Sonnenflecken, beven man oft mebiere jus gleich in der Sonnenscheibe fleht, scheinen fich inist gefammt beständig in parallelen und ahnlichen Linien durch die Sonnenscheibe fortzubewegen, ohne ihre Entfernungen unter einander mertich ju andetn.

Benn fie am bflichen Ranbe ber Scheibe erfchets nen, bewegen fie fich Unfangs langfam, nachber geben fie immer geschwinder fort, je naber fie ges gen die Mitte ber Scheibe ritten. Dier ift ibre Sefdwindigfeit am größten, weiterbin nimmt fie wieder immer mehr ab, je naber fie bem westlichen Rande fommen. Bugleich ift jeber Bleden an beis ben Randern ber Sonnenicheibe am fomabiften, je naber er aber ber Ditte tommt, um befto mebr breitet er fich aus. Alles diefes beweifet, bag bie Rleden felbft auf der Oberfläche ber Sonne liegen, und daß die Soune eine Rugel ift, welche fic bes fandig um eine gemiffe Are brebt. Denn maren fe buntle Rorper, welche fich in einer gewiffen Entfernung von der Sonne um fie drebten, fo warben fie fich nicht gegen die Rander ber Connenfcheibe in Striche jusammenziehen, auch nicht alle immer in parallelen Linien fortgeben, noch fich por der Mitte ber Connenscheibe am fonellften be wegen. 3mar bat man baraus, bag bie Rlecten, wenn fie lange genug bauern, nur 12 bis 13 Tage auf der Connenscheibe fichtbar find, bernach fich am weftlichen Sonnenrande verlieren und erftlich pac 14 bis 15 Tagen wieder im bfilichen Rande sum Borfchein tommen, foliegen wollen; bag fie eine betrachtliche Eutfernung von der Dberfiache ber Sonne haben muffen. Denn obgleich wir etwas weniger, fagte man, als die Salfte der Sonnens flace, aberfeben, \*) fo fonnte bennoch bloß Diefer Unterfdied die Beit ber Unfichtbarfeit ber Rleden. wenn fie auf der Oberflache der Sonne lagen, nur etma um eine Stunde über Die Zeit ihrer Sichts barteit verlängern. Allein fo gewiß die lettere Bes

<sup>\*)</sup> Man febe ben neunten Brief.

mertung ift, fo ficher ift es unfelbar auch, bas und die Flecken fcon eine geraume Zeit vorher aus bem Befichte verfdwinden, ebe fie noch wirflich aber den Rand der fichtbaren Sonnenscheibe ger gangen find, und daß fich bierans der große Uns terfchied in Der Zeis ihrer Sichtbarfeit und Unfichts barteit sehr mohl begreifen läßt. Denn weil bie Sonne eine Rugel ift, fo feben wir Die Seitens theife ibrer Oberftache foief und alfo auch Die auf ibnen liegenden Rleden unter immer fleinern Binsfein, je naber fie ben Gonnensandern find. Daber gieben fie fich immer mehr jufammen, je weiter fie fic von der Mitte der Sonnenfcheibe entfornen. und verschwinden julett blog beghalb, weil ibre Sehwintet ju ffein find, vielleicht auch jum Theile weil die angrenzenden hellen Theile fie bem Ange berdecken. Dan fann alfo aus ber fürgern Sichts. barfeit der Riecten feinesweges auf ihre Entfernung von der Sonnenflache foliegen, vielmehr machen alle Ericheinungen ihrer Bewegung und Geftalt es bichft mabricheinlich, bag fie Theile jener Riache find.

Durch die hausige Beobachtung der Sonnens steden hat man sich also überzeugt, daß die Sonne kugelsdowig ist, und daß sie sich um eine gewisse Are von Westen nach Often dreht. Denn wenn S (Fig. 11) der Aticklounkt der Sonne und C ein Fieden ist, der allmählich in dübergeht, so sieht ein Auge in S ihn aus & in me, also nach der Ordnung der Zeichen, oder vorwärtet gehen, währ rend daß er einem in D besindlichen Auge zurst in: S etscheint und hernach gegen II also rückt wärts, und wider die Ordnung der Zeichen sont zuräcken schwisten schwisten schwisten. Daher beweiset die scheinbare Bewegung der Sonnensiecken, welche wir immer von

Dien nach Westen, und also gegen die Ordnung der Zeichen, durch die Sonnenscheibe fortgehn sehn, daß sich für ein im Mittelpunkte der Sonne der sindliches Auge wirflich vorwärts, nach Ordnung det Zeichen, bewegen, und daß also auch die Sonne sich von Westen nach Often um ihre Ape brebt.

Die Beit, in welcher ein Sonnenfleden fic ein Ral gang berumbrebt, bis er wieder in berfde ben Stelle ber Sonnenfdelbe erfdeint, in melder er fich vorbin zeigte, wird von Caffini, aus einer großen Denge von Benbachtungen, auf 27 Tage 12 Stunden 20 Minuten gefest. Gie lagt fic aber fcwerlich bis auf Rleinigfeiten genau beftime men, ba es mad immer an binlangliden recht ges nauen Beobachtungen fehlt, ba die fleden felbft fo veranderlich find und jum Theil auch eine eigne und befondre Bewegung ju baben feinen. Bett der Ummagung aber ber Conne um ihre Are ift fürger, als Die Zeit Des Umlaufs Der Alecten. Denn wenn unfer Ange in T (Sig. 7) ben Flecken E gerade vor dem Mittelpunfte der Sonne S in ber geraden Limie TS fieht, und fich die Sonne ned ABD brebt, fo geht jugleich ihr Mittels punte in feiner jabrlichen Babn nach berfelben Richs tung burd SC fort. Ericeint nun bierauf bers felbe Flecken uns wieder vor bem Mittelpunfte der Sonne in G, in der geraden Linis CI, und giebt man CF mit ST parallel, fo batte offenbar die Conne foon eine gange Ummalgung vollendet, als ber flegen in F angefommen mar. Er mußte aber med überdiefts burch ben Bogen FG gebn, che er får unfer Unge in T. feinen feeinbaren Umlauf pollendete. Befett die Zeit Diefes. Umlaufs fen t, and d die Zeit, in welcher die Sonne fich ein

Mal berumbrebt, fo ift ber flecten in ber Beit d Durch 360 Grade, in t aber durch 360° + FG eleichfarmig fortgegangen. Der Mittelpunft ber Sonne S ruct in berfelben Beit t, burd SC und in der Zeit eines Jahres T durch 360 Grade, alfo in T + t durch 360° + SC. Da nun FCG CFS ift, fo balt SC so viele Grade, als FG; und weil die Beit ber fcheinbaren Umdrehung ber flecten and vielen Besbachtungen ins Mittel bes Rimmt wird, alfo bier von mittleren Bewegungen Die Rebe ift, Deren Zeiten fich immer wie die Durchlaufe men Raume verhalten, fo ift d:t = T:T + t. Durch diese Proportion fann man d bestimmen, menn t befannt ift. Sest man 4. B. Die Zeit Der fcheine Baren Ummaijung der Flecken, ober t auf 27% Tage, and T auf 365% Tage, fo wird bie Beit ber Ume waljung ber Sonne d = 27,5. 365,25 392175 Sage. Caffint fest fie auf 25 Sage 14 Stunden B Minuten. Berr de la gande aber, fo gut fie fc aus ben bisberigen Beobachtungen beftimmen

In den erften Tagen des Junius und Dezems bere scheinen die Sonnensteilen in geraden Linien fortzugehn, und diese durchschneiden die Efliptik unter einem Winkel von 7 Graden 20 Minuten. Es solgt hieraus, daß unch der Aequator der Sonne gehende Sone von ihrer Ars seufrecht durchschnitten wird, unter einem Winkel von 7 Graden 20 Mis nuten gegen die Efliptik geneigt ift, also die Sonnennenge die Sone der Efliptik unter einem Winkel von 82 Broden 40 Minuten durchschneidet. Außer jenen Zeiten schen sie Bahnen der Alecken aller

fäßt, auf 25 Lage 10 Stunden.

zeit gefrüchmt zu fenn, ein halbes Juht nach üben, ein halbes Jahr nach unten zu, welches von der Lage unseres Auges, in Ansehung des Nequators der Sonne, herrührt. I

Die Alecken der Conne find mehrentheils peche fdmar; und felbft diefe Rarbe beweifet, daß fie nicht bloße in der Sonnenatmosphare bangende Dunfte, fondern fefte Theile ber Connenflache find. Man findet Die größern burch rechte gute Rernrobre nicht burchaus gleich bicht, fonbern aus vielen fleis nern Alecten jufammengefest. Gie find juweilen viel größer, ale die Oberflache ber gangen Erbe, bald in großer bald in geringer Menge vorbanden, fa juwetlen fehlen fie gang, fo bag man die Sons nenfcheibe, gange Jahre lang, vollig rein gefeben hat. Sie erhalten fich oft verschiedne Ummalinm gen ber Sonne hindurd, oft aber gertheilen fie fic auch und vergebn febr fonell. Außer ben eigentlichen Rleden fieht man in ber Sonne noch Rebel ober Schatten und gadeln. Die erftern ums geben gewöhnlich alle Flecten, jeigen fich aber auch guweilen in ber Sonnenscheibe ba, wo man feine Die lettern erscheinen als belleve Rlecken fiebt. febr unficher begrengte Erbobungen am deutlichften gegen ben Rand ber Sonne ju, wo fie nicht nut oft, wie es fceint, bas Berfdwinden ber Rleden befordern, fondern auch befondre Ausfichten, als von landichaften, veranlaffen. Außerdem ift faft Das gange Sonnenlicht fleclicht ober gefreift, und man nennt oft auch Die etwas bellern Streifen Radein, welche an Die Rieden ju greuzen pflegen; ja man bat bemerft, daß die eigentlichen Sactein fic in folde belle Streifen verwandeln, wenn fie som Rande ber Sonne wegruden und fich ibrer Mitte nabern.

Ueber Die Ursachen dieser Erscheinungen bat man verschiedne Meinungen. Es giebt einige mit Recht berühmte Sternfundige, welche die Bevolfes zung ber bimmlifden Rorper burch vernunftige Ges fcopfe, als ben vornehmften 3med ihrer Schopfung aufebn, und daber auch die Conne, um fie ber wohnbar ju machen, fur einen an fic dunteln Rore per balten, ber nur mit einer Art von Lichtbecke ober Photosphare umgeben fep. Andre Die fich von einer folden Photofpbare nicht ben geringften Deutlichen Begriff machen tonnen, und fich bloß an Das balten, mas uns die Erfahrung lehrt, glaus ben, daß die Sonne unmöglich ein fo ungemein Dichtes und fartes Licht um fich ber verbreiten tonnte, wenn fie nicht felbft brennte. Gie betrache ten daber die Rieden als Theile auf der Dberflache, welche nicht brennen, weil fie nicht leuchten, und balten fie weder fur Bolfen noch für entblogte Theile ber bewohnbaren Sounenflache, ba man fie jumeilen in Stude jerbrechen und burch ihre nach und nach entftebende Spalten feurige Abern fieht. \*) Die Somierigfeit, wober ein foldes immermabrene bes Reuer feine Rabrung nimmt, fceint um befto weniger fo erheblich ju fenn, als man fie oft vors Rellt, da wir felbft auf der Erde Plage finden, auf welchen das unterirdifche Feuer bereits feit einigen Jahrtaufenden ununterbrochen in eine fort Abwechselnde Berbindungen und Trennuns gen bes Saureftoffs, wobon uns felbft bie Berles gung des Baffere burd glubende Rorper und andre Mittel ein einleuchtendes Beofpiel giebt, unterbals

<sup>\*)</sup> Eine folde Erscheinung beschreibt unter andern Saufen, wie er fie felbit gesehen, sehr umftanblich.
Theoria motus solis circa proprium axem.
pag. 42.

ten unfehlbar bas gener ber Conne obne Aufbo. ren. Unfehlbar giebt es auf ibr, fo wie auf bet Erde, brennbare und unverbrennliche Materien. Die lettern glaben blog, und machen mabriceins lich ben anfehnlichften Theil der Sonnenflace aus. Die erftern bagegen berurfachen, wenn fie fich fart und leicht entjunden, jene belle Striche und Ras deln zwifden den bloß glubenden Theilen, und ihre unficher begrengten boch auflodernden Rlammen ges ben, bon ber Seite und gegen die Rander bet Sonne gefeben, ben Anblick von Bergen, Thalern und landicaften. Die ichwer entgundbaren Das terien icheinen oft febr ftart ju rauchen, ohne ju brennen. Go bilben fie mehrentheils bunfle fles den, die wegen des ftarfen Rauchs mit einem Res bel umgeben ju fenn fcheinen. Oft ift Diefer Rebel nabe an ben Bleden beller, als weiterbin, weil bet pon brennenden Rorpern aufsteigende Rauch febr oft in ber Sobe undurchfichtiger und ichmarjer ift, als unten dicht an ben Rorpern. Buweilen abet brennen auch bergleichen Materien wirflich, und rauchen jugleich. Alsbann fieht man einen Rebel Dne Rleden.

Die Flecken der Sonne scheinen zum Theil eis genthümliche und oft unregelmäßige Bewegungen zu haben. Dieses beweisen die Beobachtungen dos Scheiner, Sevel, Cassini, de la Hire, Maraldt u. s. w. Diese Bewegungen sind besonders nahe am Aequator der Sonne am merklichsten, und geben oft von Westen nach Often oder umgekehrt, oft aber auch gegen Norden oder Süden. Die fles den scheinen durch sie oft um mehr als einen Tag früher oder später, als gewähnsich, ihren Umlauf zu vollenden. Run geht ein jeder Punkt des Nequas tors der Sonne in einer Selunde, wegen der

Deebung ber Conne um ibre Are, etwa burch, 2030 Parifer Rlaftenn, 2 Der 27fte Theil biere Don macht 220 Parifer Ruf. Go viel burchlauft oft, vermoge ber Erfahrung, ein Flecken nabe am Aeguator ber Conne burch feine befondre Bemes gung in einer Sefunde. Sie feben bieraus, wels de erftaunend beftige Bewegungen auf der Sonne, nabe an ihrem Requetor, Statt finden muffen, Da auf unferer Erbe felbft Die heftigsten Sturme faum über 100 Ruß in einer Gefunde jurucflegen. If es alfo mobl ein Bunder, daß ben fo erfdrecks lichen Erfchatterungen ber Oberfiache gange große Streden fcmer entjundbarer Materien verlofchen und bloß rauchen, alfo Bleden in der Conne vert urfachen? daß Die Riecken fich am banfigften um ben Aequator jeigen und gange Reihen bilben, ba' hier der Sauptfit jener beftigen Erfcutterungen gu fon fcheint? baf fie Bernach, wenn biefe Bes wegungen nachlaffen ober aufhören, fich ftrichmeife wieder ungemein fonell entjunden, und daß fie auf Diefe Urt, ihrer ungebenern Große ungeachtet, oft bald verfdwinden?

#### Unmerfungen.

1. Es fep ADBA der Nequator der Sonne, (Fig. 123) C sein und der Sonne Mittelpunkt, EGHF die Ebne, welche die uns sichtbare halfte der Sonnenkugel von der unsichtbaren trennt, folglich auf die aus unserm Auge nach C gezogne gerade linie IC senkrecht ist. Sie durchschneide den Nequator im Durchmesser AB schief, so, daß ihr oberer Theil EABE mit ihm einen spisigen Winkel macht. Man ziehe aus irgend einem Punkte P des Durchschuitts AB die beiden-auf

AB fenfrechten linien PD.PN, eine in Der Ebne des Aequators bis an feinen Umfang in D. Die andre in der foneibenden Gefichtsebne EH, fo ift die durch DP und PN gefette Ebne fents recht auf EH (III Band Ginleitung 130). Das ber fallt die mit IC parallele auf EH fenfrechte Linie DN in diefe Cone, und schneidet Die PN irgendwo in N. DNP ift ein rechter Binfel und DPN ift der Reigungemintel der Cone Des Acquators und ber ichneibenden Gefichtsebne. Man nenne ibn e, so ift PD:PN = 1: cos. e. Run find 'aber alle unfere Befichtslinien, wegen ber großen Beite ber Sonne, mit IC parallel, und wir feben die Sonne wie im Entwurfe, als eine in der Ebne EH liegende Scheibe. Alfo ers blicken wir den Bunkt D in N, und ba doffelbe bon iedem andern Punfte bes Aequators Statt fins bet, und ben jedem PD: PN = 1: cos. e ift, so erblicken wir offenbar den halben Wegnator ADB in ANB, als eine balbe Ellipse, beren große Are fich jur fleinen, wie I: cos. e vers balt. \*) Bas ich bier vom Nequator erwiesen babe, bas gilt von jedem andern Parallelfreife ber Conne.

Diese Ellipse kann bloß alsdann eine gerade Linie werden, wenn ihre kleine Are, alfo auch cos.
e, verschwindet, folglich e 90 Grade halt. Da nun unser Auge und der Mittelpunkt der Sonne, also die ganze Linie IC, beständig in der Sbne der Ekliptik liegt, so können uns die Bahnen der Sonnenstecken nur alsdann als gerade Linien ersscheinen, wenn die Linie, in welcher der Aequator der Sonne die Ekliptik durchschneidet, gerade nach

<sup>\*)</sup> Man febe ben flebenten Brief a. Anmerlung.

auferm Auge gerichtet ift. Denn alsbann ift IC Diefe Durchschnittelinie, folglich EH auf Die Cone des Acquators fenfrecht, und e von go Graden. Da aber iene Durchschnittslinie, is wie Die Are ber Conne, fich immer parallel bleibt, fo tann fie nur zwen Mal im Jahre burd unfer Muge gebu, und die Erfahrung lebrt, daß diefes im Anfange bes Junius und Dezembers geschieht. Da nun alsdann die Conne in den II und im & fiebt, fo gebt die Durchschnittelinie ibres Acquators und ber Efliptif durch beide Zeichen, und zwar nach Deren de la Lande, durch ibren achtzebnten Grad. Bon jedem diefer beiden Puntte an wird der Wins tel e, brep Zeichen hindurch, immer größer, bers nad wieder dren Beiden bindurch immer fleiner, and ist also im 18 Grade der 119 und im 18 Brabe ber & am größten. Daber find auch bie Babnen der Alecen amifchen jenen beiben Bunkten beftandig elliptifch gefrummt, und Diefe Ellipfen baben die ftariften Deffnungen, wenn e am große . ten ift. Ein halbes Jahr erheben fich ihre Rrams mungen aber AB, ein halbes Jahr fenten fie fic berunter. Indeffen lagt fic leicht einfeben, ba der Winkel e fic beständig fort verändert, daß fein Punft auf der Sonne, mabrend feines gangen Umlanfs, im ftrengften Berftande, eine Ellipfe bes foreibt. Er fångt eigentlich in jedem Augenblicke eine ju burchlaufen au, geht aber gleich in eine andre aber, weil fich die fleine Are feiner Babn beffandig andert.

2. Der halbmeffer der Sonne halt 110,37 also der Durchmeffer 220,74 und der Umfreis 6,93 Halbmeffer der Erde. Da jeder Punkt des Sons menaquators ihn in 25,5 Tagen gang durchläuft, so geht er in jeder Sekunde durch 0,0003146

Erdhalbmeffer ober durch 1030 Klaftern, wenn man ins Mittel 3272497 Parifer Klaftern auf den Salbmeffer der Erde rechnet.

# 3 molfter Brief.

Soon ben einer andern Gelegenheit habe ich Ihnen gezeigt, bag bie Erbfugel, als ein bunfler beständig den Sonnenftrabien ausgesester Rorper, ber Sonne gegen aber, einen Schatten wirft, beffen tange an 217 Salbmeffer ber Erbe beträgt, und in welthem wir und bes Nachts befinden. \*) Die Are Diefes Schattenfegels faut gang in Die Cone ber Efliptif, weil Die Mittelpunfte Der Cons ne und ber Erbe in ihr liegen. Der Mond mußte alfo, wenn er fich in der Efliptit fefbft bewegte, da er nur ungefahr um 60 Salbmeffer der Erde von ber Erbe entfernt ift, burch ben Erbichatten geben und verfinftert werben, fo oft er in feinem Laufe ber Sonne gegen über tame, ober fo oft er voll murbe. Die Erfahrung lehrt auch wirklich, bağ er juweilen, und zwar allezeit im Bollichter verfinftert wird. Dan muß alfo nothwendig ichlies gen, daß eine Mondfinfternif allemal blog vom Shatten ber Erbe berrabrt, und bag fie nur begi balb fo felten ift, weil der Mond fich nicht in der Efliptit felbft bewegt, fonbern mehrentheils eine gemiffe nordliche ober fabliche Breite bat, und alfo oft über ober unter bem Schatten ber Erbe, beffen Ape allezeit in ber Ebne ber Efliptif liegt, weggeht. unt

<sup>&</sup>quot;) III. Band vierter Brief Anmertung.

Um fich bierven beutlicher ju übergeugen, fels len Sie fich in S die Sonne (Rig. 8), in T die Erde, in BVH ihren Schatten, alfo in ABV und GHV zwen Berührungelinien der Sonne und der Erbe, und in DE die Babn bes Mondes bor: und Sie feben fogleich, daß ein auf die Are bes -Schattens SV fenfrechter Durchschnitt in E ein Rreis fenn muß, beffen icheinbarer Salbmeffer DTE ift, weil der Bogen DE fo flein ift, daß er von einer geraden Linie nur unmerflich abweicht. Bieben Sie nun aus A durch T eine gerade Linie ATF, fo wird ber Wintel DTF ber Summe ber beiden Bintel TDB und TAB gleich, weil et der außere Winkel Des Dreveds TAD ift. ift aber offenbar TDB die horizontalparallare bes in D befindlichen Mondes, und TAB die Boris sontalparallage bes Bunfte A in ber Sonne. Benn Sie alfo die Sorisontalparallaren der Some und des Mondes addiren, fo ethalten Gie ben Binfel DTF, und wenn Sie von Diesem den Binfel FTV oder ATS bas beißt: den icheinbaren Salbe meffer der Sonne, abziehn, fo bleibt Ihnen DTE. Der icheinbare Salbmeffer des Erdichattens, in der Entfernung des Mondes von der Erde, wird alfo erhalten, wenn man die Horigontalparallagen der Sonne und bes Mondes addirt, und von ber Gums me ben icheinbaren Salbmeffer ber Coune abzieht. Da nun die größte aquatorifche horizontalparallare Des Mondes 61 Minuten 38 Sefunden, die fleinfie 53 Minuten 11 Sefunden, der größte icheinbare. Durchmeffer der Conne aber 32 Minuten 33 Ges funden und ber fleinfte 31 Minuten 28 Gefunden beträgt, fo zeigt fich, baß ber icheinbare Salbmefe fer Des Erdichattens, in der Entfernung des Mone Des, wenigstens 37 Minuten 3 Sefunden, boche Dube Raturi. 4 26. Ľ

stens 46 Minuten 3 Sefunden balt, und als fakt brep Mal so groß ift, als der scheinbare halbmeffer bes Mondes, der nur 14 Minuten 33 Sefunden, bis an 16 Minuten 51 Sefunden beträgt.

Wenn NS ein fleines Stacf von Der Efliptit' und NL von ber Mondbahn, SL aber (Sig. 9) auf NS fentrecht ift, fo fann man Diefe Linien, ohne fonderlichen Jrrthum, als gerade anfebn. Ift nun S.A der Salbmeffer bom Durchschnitte Des Erbicattens und in L ber Mittelpunkt des Moudes, fo ift SL die Breite Deffelben, und Gie feben alfo augenscheinlich, daß teine Mondfinfters niß Statt finden fann, wenn die Breite SL, wels 'che der Mond jur Beit Des Bollichts bat, hicht fleiner ift, als SA + AL, oder als die Summe Des icheinbaren Salbmeffers Des Erdichattens in Der Entfernung des Mondes und des icheinbaren Salbs meffers des Mondes felbft. Benn Sie alfo beide abbiren, fo feben Sie fogleich, daß feine Berfins fterung moglich ift, wenn ber volle Mond eine Breite bat, Die größer ift, als 62 Minuten 53 Cetunden und daß er gewiß verfinkert merden muß, wenn feine Breite weniger, als 51 Minuten 36 Cefunden balt. Der Mond muß alfo immer ber Efliptif febr nabe fenn, wenn er verfinftert werden foll, und da ben den Sonnenfinfterniffen Daffelbe Statt findet, fo feben Gie leicht, marum man die jabrliche Bahn ber Sonne am himmel die Berfinsterungslinie (Ecliptica) genannt bat.

Wenn die Breite des Mondes, jur Zeit des Bollichts, der Summe der icheinbaren Salbmeffer des Erdichattens und des Mondes gleich ift, is ftreift er bloß am Schatten in A vorben, ohne verfinftert ju werden; ift fie größer, is bleibt er vom

Shatten gang entfernt; ift fie aber fleiner, fo wird ber Mond gewiß berfinftert, entibeber gum Theil ober auch ganglich. Die erftre nennt man eine partiale die lettre eine totale ober gangliche Finfterniß. Denn da det Durchfcnitt des Erdfcats tens viel großer ift, als die Mondicheibe, fo fann Der Mond allerdings ganglich beschattet ober verfins fert werden, wenn fein Mittelpunft bet Ure bes Schattens nabe genug fommt. Er wird gentral berfinftert, wenn jener Mittelpuntt felbft burch bie Are gebt. Jede gentrale Finfterniß ift auch totale und jede totale jugleich partial, weil ber Mont nach und nach in ben Schatten ber Erbe tritt, und alfo Unfange nur jum Theil verfinftert wird, che Die totale Rinfternif anfangt. Eben fo verlagt er wieder ben Schatten ber Erde allmablic, und bleibt alfo noch immer eine Beit lang verfinffert, wenn gleich bie totale Rinfternig bereits aufgebort bat.

Benn Die Breite Des Mondes GD (Big. 8) bem Unterfciebe imifchen bem fdeinbaren Salbe meffer des Erdichattens und feinem eignen gleich if, fo ift die Mondfinfternig total, aber obne Dauer, weil, wie Sie leicht febn, ber Mond, fo balb er in Diefem Salle nur etwas über C bins ausgeht, oben ben E aus bem Schatten tritt, und alfo nicht mehr gang verfinftert bleibt." Ift feine Breite größer, fo ift bie Mondfinfternif nur pars tial; ift fie fleiner, fo ift Die Binfternif total, und swar mit einer Dauer. Aus dem, was ich bereits gefagt babe, feben Sie leicht, daß bie Breite bes Monbes jumeilen von gr Minuten 30 Gefante ben fenn taun, wenn et ofine Daner total vets finffett wird, und baf ben einer Breite bon 21 Minuten ra Sefunden allemal eine totale Monde Anfternif, wenngfeich ohne Dauet, Statt findet.

Der Nunkt N, wo LN und SN fic durch foneiben, ift, wie Gie leicht feben, ein Rnaten Der Mondbahn. Befindet fich jur Beit bes Bolls lichts ber Mittelpunft bes Mondes in Diefem Punfte, alfo in der Efliptit felbft, fo ift feine Rinfternig gentral, und immer jugleich total mit einer anfehnlichen Dauer, welche am größten wird, wenn ben N jugleich ber Mond in feiner Erbe nabe ift. Ueberhaupt ift ber Mond allegeit, wenn er verfinftert wird, feinem Anoten nabe, und feine Entfernung von demfelben lagt fich leicht aus feiner Breite berechnen. I Go findet man. daß teine Mondfinfterniß fenn faun, wenn ber Mond über 12 Grade 5 Minuten, und bag ger wiß eine Statt findet, wenn er weniger, als o Grade 18 Minuten von feinen Rnoten entferne ift. Eben fo fallen bie Brengen ber totalen Sine fterniffe, Die ich oben der Breite nach berechnet babe, swifden die Entfernung bon 3 Graden 40 Minuten und swifden die bon 6 Graden ben ben Anoten.

Das Mittel einer Finsternis und zugleich die größte Versinsterung sindet in dem Augenblicke Statt, da der Mittelpunkt des Mondes der Axe des Erdschattens am nächsten ist. Man sieht den Durchschnitt des Schattenlegels mit der Augel des Mondes als einen Areis an, ungeachtet er eigents lich kein Areis ist, und zieht durch die Mitte des Bogens, der ben der größten Versinsterung den beschatteten Theil der Mondscheibe von dem hellen absondert, aus dem Mittelpunkte dieser Scheibe einen Salbmesser. Man mißt, wie viel Imdistipule des scheinbaren Mondyurchmessers der versinsterte Theil jenes Halbmessers hält, und dars nach bestimmt man die Erdse der partialen Mondy

finkerniß: Dennimmen ift einmale gewohnt ben ben Binfterniffen dem gangen forindaren Durche meffer des Mondes in 12 gletcha Thette, welche man Bolle mennt, und jeben Boll in 60 Minus ten ju theilen. Heberdieses vermehrt man ben Durchmeffer bei Gebichattens um der ber mangiebt ibm fo viele Gefanden gu. gle uer Minuten batt, weil man benbachtet bat, baf che burd ben Salbichatten, Der an ben Grengen ;bet Rernichate tens fuft fo dicht ift; wie biefer, ungefihr um 25 verftarft wird. : Man exhalt die Gebfie der Vere finfterung auch, wenn man ben ftbeinbaren Salbe meffer des Erdfchattens in ben ichoinbaren Salbe meffer bes Moutes abbiet und wont biefer Gumme Die Entfernung gutiden ben Mittebunften bes Schattens und bes Mondes pur Beit ber Mitte der Finfternif abgiebt, Denn et fen CB (Sig. 124) ber um I verftartte Salbmeffer bes Darchichnitts bes Erbichattens in Der Begend bes Monbes, FG ein fleiner Theil ber Eftipett, und O bes Dittelpunkt Des Mondes jur Beit Der gebften Berfinsterung, for wirt. CB - AQ - CO = CA + AO + OB + AO - CA - AO =AB. Es tit aber AB der verfinfterte Theit Des burch die Mitte des Bogens ba gebeuben Dallis moffers der Mandicheibe, weicher bie Große bev Rinkernig ausbenaft.

Da die Aftronomen die Schffe der totalen Finkernisse auf eben dieselbe Aut bestimmen, wie die Größe der partialen, so halt eine ganzliche Finkernis mit einer Dauer allemal mehr als 12 Zolle, ungeachtet vom Monde eigentlich nicht mehr, als 12 Zolle, versimstert werden konnen. Dems gesest die Finsternis sep zontral, der Weg des Mondes HD gehe als durch C, und der Mond

besinde sich ben der größten Bersinsterung in C; so wird die Erdste dieser Finsternis, nach sbigen Urt ausgedräckt, — CD — DE sepn, weil die Entsernung der Mittelpuntte, bem Mittel den Einsterung, im wist. Nun ist, wenn man die änsersten Grenzen nimmt, der halbmesser des Mondes zum halbmesser des Erdschattens, den man um & demehrt hat, wie 16 Minuten 31 Sekunden zu 46 Minuten 49 Sekunden, oder wie 1: 2/276: Also halt der lettre 16 Jolle 37 Minuten, werd man dem erstern 6 Zolle giebt. Daber kann eine zentrale Finsternis, wenn sie am größten ist, wa Bolle 37 Minuten groß seyn.

Der Mant bemegt fich in feiner Babn piet foneller, alf. Die Sonne, und folglich auch ges fominder, als ber Erbfdatten in ber Efligtib fortgebt. Er verhalt fic eben fo, als bewegte er fic mit bem Ueberfduffe feiner Befchwindigfeit burch ben rubenben Erbichatten. Um alfo bie Dauer einer Mandfinfternif ju finden, muß man wiffen, wie gefdwinde fic ber Mond und bie Conne jur Beit ber Sinfterniß bewegen, und wie groß ber-Bog ift, ben der Mittelpunft bes Mons des vom Anfange bis jum Ende ber Finfterniff' mit dem lieberfchuffe feiner Gefdwindigfeit jutude legen muß, wenn man ben Schatten als enbend anfieht. Man fann die größte ftundliche Bewes gung des Mondes, gur Beit ber Erdnabe, auf elma 38 Minuten II Sefunden und Die grafte fandliche Bewegung ber Sonne auf 2 Dlinuten 33 Gefunden fegen, bag alfo ber Mond jur Beit ber Erdnabe, wenigftens 35 Minuten 38 Sefune ben pber 2138 Gefunden in einer Stunde mit bem Ueberfouffe feiner Gefchwindigfeit jurudlegt, Run fangt, bep einer gentralen Mondfinfterniff

(Rig. 194) die Rinfterniff an, wenn ber Mond in D, und fie bort auf, wenn ber Rond in H Den Erbicatten berührt. Die totale Ainsterniß fangt an, nachdem der Mittelpunft bes Mondes durch DE + DI gegangen ift, wenn DI = DE ift, und fie bort auf wenn er in L anfommt, und HL = DE ift. Die Zeit alfo, da bet Mittelpunft von E bis C fommt, ift bie balbe Dauer ber gangen, und die Zeig, ba er von D bis C fommt, Die balbe Dauer ber totalen Rine Bernif. Wenn man baber bie Gumme bes große ten Durchmeffers bes Erbichattens und bes Mons Des, sber 5618" + 2023" mit 2138 theilt, fo erhalt men 3 Stunden 34 Minuten 26 Sefundem als die größte Dauer, die eine Mondfinfferniß Aberhaupt haben tann; theift man aber ben Untere fchied von 2023 und 5618, mit 2138, so bat man die größte mogliche Dauer einer totalen Mondfinfterniß von I Stunde 40 Minuten Sefunden, und die partiale Berfinfterung bauert alsbann 1 Stunde 53 Minuten 33 Gefuns ben, welche Babl man erhalt, wenn man ben bops relten Durchmeffer bes Mondes, ober 4046, mit 2138 theilt.

Nach diesen Grundsägen werden von den Aftrag nomen alle Mondfinsterniffe, nach allen ilmstånden, im Boraus berechnet, indem sie vorher, vermits telk der Connentassen und Mondeaseln, die mass ven Derter der Conne und des Mondes, der Länge und Breite nach, jur Zeit des etliptischen Bolls mondes, aufs genaueste bestimmen. Die beständige und genaue Uebereinstimmung des wirklichen Erfols zes mit diesen Besechnungen ist der ficherste Bes weis der Richtigseit und Zuverlässigteit aller der pet

Boraussehungen, auf die fich jene Rechnungen grunden.

Der Durchschnitt bes Erdschattens, burd wels den man fic ben einer Sinffernig Die Mondicheibe, als durchgebend, vorftellt, fann eigentlich nie ein wirflicher Rreis fenn, theils weil die Babn bes Mondes immer gegen die Are bes Schattens etwas geneigt ift, indem der Mond, fefbft mabrend ber Rinfterniß, fic der Erde entweber etwas nabert Doer von ihr entfernt, theils weil die Erde feine vollfommne Rugel ift, theils weil felbft die Bei Schaffenbeit ibrer Atmosphare auf Die Beschaffens beit ibres Schattens einen merflichen Einfluß bat, Indeffen fann der Jrethum, ben man badurch bes geht, daß man jenen Durchschnitt als vollig freis formig anfieht, in Ansehung bes Aufangs obet Des Endes einer Binfterniß, fdwerlich bober, als auf eine Minute, fleigen.

Der Salbichatten der Erde, welcher, wenn S Die Sonne und T die Erde vorftellt (Fig. 10), amifchen ben Stengen FDV, VEG eingeschloffen ift, bat, allenthalben um ben Rernfdatten DVE berum, eine Breite, Die bem fceinbaren Durche meffer ber Sonne gleich ift. Denn die Bintel FDV, GEV find beide = ADB ober AEB. Da er an DV und EV febr dicht ift, weiterbin aber immer bunner wird, bis er fich julett alls mablich gang verliert, fo vermehrt er, wie ich foon gefagt babe, ben mabren Schatten, nach Maiern, um 100, und macht außerdem ben mabe ren Anfang und das Ende einer Mondfinfterniß giemlich ungewiß. Dan fann ibn auf der Monde fceibe mit blofem Ange, aber nicht burch Berns robre, febr beutlich, und oft foon & Stunde por Dem Unfange Der Finfternif, unterfceiben. Dabet

last fich auch der Anfang einer Mondfinsternis mit dem bloßen Auge, wenn es gut ift, allemat früs ber bemerken, als durch ein Fernrohr; und zwar zeigen ihn gewöhnlich lange Fernrohre noch später, als kurze.

## Anmerfung.

r. Wenn man (fig. rr5) ben Winfef ZCN, welcher ber Reigung der beiden gebsten Kreise OFW gseich ist, in nennt, so ist sin. FO = sin. OW (4 Brief 7 Anmerk.) und sin, FW = sin. FO, cos. m (5 Brief 2 Anmerkung) = cos. OW (5 Brief 2 Anmerkung) = tang. OW (5 mm F der Knoten des Wome tang. m.)

des, AFB seine Bahn, OW seine Breite, so läst sich durch die gegebne Gleichung seine Ents fernung vom Knoten FW leicht berechnen, went seine Breite OW befannt ist.

# Drengebnter Brief.

Der Mond verschwindet zuweilen, wenn er gange lich verfinkert wird, fo, daß man ihn felbst durch Fernrohre am himmel nicht finden kann, obgleich Dieser so heiter ift, daß man selbst die kleinsten Sternchen deutlich sieht. Devel und Kepler haben Dergleichen Benbachtungen aufgezeichnet. Juweis len sieht man ihn, nachdem er ganzuch berfinktert worden ift, als eine schwärzliche oder als eine rothe

glubende Scheibe, juweilen ift er nur am Ranbe, juweilen nur in der Mitte rothlich, und icheint oft, im lettern Safle, fleiner ju fenn, als ges wohnlich. Alle diese Erscheinungen rubren unfeble bar bloß von den Sonnenstrablen ber, welche Durch die Atmosphare Der Erde in ihren Schatten gebrochen werden. Denn die, welche nabe an ihrer Dberflache fortgebn, leiben eine Brechung, welche Der Doppelten borizontalen Strablenbrechung gleich. und alfo, ba fich diefe oft febr verandert, von einem bis anderthalb Graden ift. Sie find alles zeit roth, die babern Strablen aber verandern thre Farbe immer weniger, fo wie fie auch immer weniger, und julest, in einer Sobe von etwa 5158 Parifer Rlaftern über ber Erbe, gar nicht mehr merflich gebrochen werben. Alfa burchichneis ben biefe gebrochnen Strablen, befonders bie uns terften, die Are des Erbicattens bald naber an Der' Erde, bald weiter von ihr, und ber berfins ferte Rond fangt, wenn er nabe genng ben bet Begend, wo die gebrochnen Strablen am bichtes ften find, burch ben Erbichatten geht, entweder bloß die rothen, oder bloß die von unveranderter Rarbe, oder theils diefe, theils jene, auf. Ift er aber ju nabe an der Erde, fo erhalt er, mitten im Erbichatten, nur menig ober gar fein gebroche nes Licht, und verfcwindet baber am himmel. . Alfo find die Rarben des verfinfterten Mondes allerdings eine Birfung der Erbatmofphare. der Bergroßerung des Schattens aber tann fie wol fowerlich auf eine merkliche Art etwas beps tragen, ba fie bieren viel ju niedrig und in der Dobe viel ju burchfichtig ift. Man muß jene Bergrößerung lediglich bem Salbichatten jus fdreiben.

Buweilen giebt es in einem gangen Jahre gar feine Wondfinfterniß, zuweilen bat ein Jahr brep Mondfinfterniffe. Debrentbeils fallen zwen auf jedes Jahr, Die eine feche Monate von der ans bern, weil die Sonne ungefähr 6 Monate Beit braucht, um aus einem Anvten ber Mondbabn in ben andern ju- tommen. Rach 18 Jahren und 10 Tagen febren Die Finfterniffe faft auf denfels ben Tag wieder jurud. Der Umfang bon 532 Jahren ift noch genauer und ficherer. Dennam Ende beffelben fallen Die Binfterniffe: faft auf bens felben Lag und Diefelbe Grunde wieder ein, als am Anfangei Dan Bat verichiebne bergleichen Derioden, bie man überhaupt Garos vennte nach welchen die Conne, ber Mond, und feine Rnoten , faft vollfommen wicher biefelbe Lage ges gen einander erhalten, alfo auch die Binfterniffe wieder auf diefelbe Bett fallen, als am Anfange der Berioden.

Wenn der Mond verfinftert wird, fo verliert er wirfich fein Licht, und man fieht baber eine Mondfinfiernif allenthalben auf ber Erbe, wo nur Der Mond über bem Sorizonte ift, auf einerlen Art, ohne daß die Parallare hierin den geringften Unterford machen fann. Chendefibalb werden die Mondfinfterniffe gebraucht, um die geographische Lange Der Derter ju bestimmen. Da aber ber Anfang und Das Ende einer Finfternis immer etwas unficer ift, fo muß man vorzüglich Die Beit ber Berfinfterung der vornehmften Riecen des Mondes, befonders derer, welche der Are Erdfdattens am nachften find, aufs genauefte beobachten. Denn bey diefen laft -fich ber Gins tritt in ben Schatten und ber Austritt aus beme felben, piel fichrer und genauer bemerten, als bep

ben Alecten, Die dem erleuchteten Theile Des Mons bes nabe find. Sie verweilen auch langer im Schatten, als diefe. Bergleicht man nachher bers gleichen Besbachtungen einer und ebenderfelben Rinfterniff, Die an verschiedenen Orten gemacht worben find, fo fann man daraus den Unters fcbied in der gange ber Derter erfennen. Go boobacteten 1748 ben 8 August Bouquer in Paris und jugleich Beinfing in Leinzig, ben der Damabligen Montfinfterniß, Den Eineritt Des Rles then Docho in ben Schatten, jener mir co Uhr 26 Minuten 28 Sefunden, Diefer um II Uhr 76 Minuten 32 Cafunden. Benn man ben Uns terfdied Diefer Beiten bon 40' 4" in Grade vem manbelt, indem man 4 Minuten auf it Grad rechnete fo jeigt fiche daß der Unterfchied in der Lange zwifchen Paris und Leipzig 100ic 1. auss macht, ober daß leipzig um 10° 1' bflicher liegt, als Paris, folglich 300 I' lange batz wenn Die Jange von Paris auf 24 Grade gefest wird.

Das Eintreten eines Mondflecken in den Erdschatten nennt man auch den Eintritzs oder die Imm erfion, so wie das Austreten, aus demsels den den Anstritt oder die Emersion. Eben den Anstritt oder die Emersion. Eben dieser Ramen bedient man sich auch ber den Bere sinsterungen aller kleinen himmelstepper in dem Schatten der größenn. Dergleichen Bertinsterung zu dem Bedatten der größen. Dergleichen Bertinsterung der geos graphischen Länge eben so gut, und auf ebendies seit, wie die Mondfinsteruisse.

Mit einer Sonnenfinkernis verhalt es fich anders, wie mit einer Mondfinsternis, weil zwar die Sonne daben ihr Licht zu verlieren scheint, in der That aber es nicht verliert, sondern eigents lich bloß die Erde verfinstert wird. Eine Sons nenfinfternis faut nie anders, als im Benlichte, por, wo der Mond genan swiften ber Conne und ber Erbe fteht. Gine fcmarge Scheibe, wels de feine anbre, als die bes Mondes, ift, icheint elebann von Weften nach Often vor Die Gonne 28 ruden, und fie julest entweder gang, oder put jum Theil ju bedecken. 3m erften Salle ift Die Sonnenfinfterniß total; im andern partial. Die partiale Sonnenfinkernif aber tann fo gut dentral fenn, als die totale, oder, welches einers len ift, Die Mittelpunfte ber Conne und bes Mondes fonnen mit unferm Auge in einer und ebenderseiben geraden Linie liegen, wenngleich bie Sonne nicht gang verfinftert wird. Denn ba bet fceinbare Durchmeffer des Mondes oft fleiner ift, als bet ber Sonne, fo ficht man jumeilen ben Mond mitter bor ber Sonne, und um ben erfern rund herum einen halben Ring, als einen Theil Der Sonnenscheibe. Gine folche ringformige Kinfterniß ift zentral und bennoch nur partial.

Jebe Sounenfinkernist ist eigentlich, wie ich schon gesagt habe, eine Erdfinsternist, weil der Theil der Erde, auf welchen der Schatten des Mondes fällt, das licht verliert, oder wenigstens die Sonne nicht ganz seben fann. Denn der Mond wirst eben so gut, wie die Erde, einen tegelsdemigen Schatten, der Sonne gegen über. Wenn in S die Sonne (Fig. 8) in T der Mond, und SV die durch die Mittelpunkte beider hims melskörper gehende gerade linie ist, so verhält sich SA zu TB wie VS zu VT, also auch SA—TB:TB = ST:VT. Da nun der halbe messer der Erde sich zum Halbmesser des Mome des, wie 3,656: I = I:0,2735, und zum

Datsmeffer der Some, wie 1:110,37 verhalt, fo ift SA: TB oder der Salbmeffer der Sonne sum halbmeffer bes Mondes, wie 403,54 : E und SA-TB: TB = 402,54: 1. Da nun, wenn Die Sonne in ber Erdferne und ber Mond in ber Erdnabe, alfo der Schatten des Mondes am lange ften if, ST = 24123 - 55,78 = 24067,28 Salbmeffer ber Erbe wird, fo laft fich leicht bie Sange bes Schattens TV berechnen. Go finbet man, daß ber Mondichatten, wenn er am lange ften ift 50,78, und wenn er am furgeften ift 57,74, ins Mittel aber 58,76 Erdbalbmeffer balt. fann alfo blog um die Zeit, wenn fich die Sonne in der Erdferne befindet und der Mond febr nabe ben ber Erbe ift, Die Erbe erreichen, weil Diefer amar zuweilen 55,49, jumeilen aber auch 64,26, und ins Mittel 50,88 Erdbalbmeffer von ber Erbe entfernt ift.

Die balbe Breite Des Mondschattens auf Der Erbe in DE, wie fie aus bem Monde erscheint, oder der Bintel DTE ift = DTF-ETF. Es ift aber DTF, als ber außere Bintel Des Dreys eds DAT = TDA + TAB, und ETF if = ATS. Sie erhalten alfo DTE, wenn Sie von ber Summe ber Baraftaren ber Erbe und bet Sonne den Scheinbaren Salbmeffer der Conne abs gleben, alles, fo wie es aus dem Monde erfcheint. Denn offenbar ift TDA im Monde die Dorigons talparallare der Erde, fo wie TAB die der Sonne. Semeiniglich fest man ben icheinbaren Salbmeffer. bes Mondichattens auf der Erde, aus dem Monde gefeben, bem Unterfciebe swifden ben fceinbaren Salbmeffern bes Mondes und der Sonne auf der Erde gleich, und man fann bas auch ohne ben

geringken merklichen Jerthum thun. Denn BET ift = EBD + EVD oder + SVA, also BET — SVA = EBD, oder der scheinbare halbmeffer des Mondes, weniger dem scheinbaren halbmeffer der Sonne, ist dem scheinbaren halbmeffer des Schattens gleich, und V fast so nahe an E, daß es einerley ist, ob man die Sonne aus V oder aus dem Mittelpunkte der Erde betrachtet. Daber beträgt die scheinbare halbe Breite des Monde schattens auf der Erde höchstens z Minnte 7 Ses kunden, weil dieses der größte Unterschied zwischen den scheinbaren halbmessen der Sonne und des Mondes ist.

Da der Schatten des Mondes sich eben so schnell bewegt, als der Mond schneller fortgeht, wie die Sonne, und die stündliche Bewegung des Mondes, wenn sie am größten ist, über die kleinste stünds liche Bewegung der Sonne, 35 Minuten 38 Ses kunden beträgt, so sehen Sie leicht, daß der Schatsten des Mondes an keinem Orte der Erde länger, als höchstens 3 Minuten 47 Sekunden verweilen kann. Da nun ein jeder Ort, auf welchen der Lernschatten des Mondes sällt, die Sonne gar nicht sieht, also eine totale Sonnensinskerniß hat, so solgt, daß eine totale Sonnensinskerniß auf der Erde nirgend länger, als höchstens 3 Minuten 47 Sekunden, dauern kann.

Auf die Mondfinsternisse hat der Salbschatten der Erde nur einen geringen Einfing; die Sons nenfinsternisse hingegen werden gebsteutheils bloß durch den Salbschatten des Mondes erzeugt, weil sein Kernschatten die Erde nur selten erreicht. Jes dem Auge, welches sich im Salbschatten des Mondes befindet, wird ein Theil der Sonne durch die

buntle Manbicheibe verbectt, wie bem Muge in O (Fig. 10) Der Theil BP; und es fiebt alfo eine Sonnenfinfternif. Die balbe Breite aber bes Salbidattens aus bem Monde gefeben, ober bet Binfel FTH if = FTD + TCD. TCD iff = SCB = CVB + CBV, unb CBV, ober ber icheinbare Durchmeffer bes Mondes in ber Sonne, ift ein fleiner Winfel von 4,7 Sefuns den, ben man ohne alles Bedenten weglaffen fann. Also wird FTH = FTD + CVB, ober die halbe fceinbare Breite bes Salbichattens ift ber Summe ber icheinbaren Salbmeffer bes Monbes und ber Sonne gleich. Bieben Sie von FH. Hh ab, fo bleibt Die balbe Breite bes Salbicattenringes übrig, und Sie finden fie bem boppelten icheins baren Balbmeffer ber Sonne gleich. Da nun bie größte aequatorifche horizontalparallare bes Mons bes ober ber größte icheinbare Salbmeffer ber Erbe im Monde di Minuten 38 Sefunden auss macht, alfo ben icheinbaren Salbmeffer bes Salbe fcattens, ber bochftens nur 16 Minuten 16 5 Ces funden + 16 Minuten 51 Gefunden ober 33 Mis nuten 75 Sefunden betragen fann, an Große weit übertrifft, fo feben Gie augenscheinlich, baß feine Sonnenfinfterniß auf ber Erbe allgemein fenn fann. Der Salbichatten bes Mondes bedect immer nur einen gemiffen Theil ber ber Sonne jugefehrten Erdflache, und die Bewohner Diefes Theils feben die Sonne auf febr verschiedene Art und ju verfchiebenen Beiten verfinftert. Einige baben eine febr große, andre jugleich nur eine fleine Binfterniß; ben einigen fangt Diefelbe Sinfterniß frub, ben andern fpat, an, fo mie ber Schatten bes Mondes fic nad und nad über die Erdflache bewegt. Diejenigen aber, welche außer ben Grens usi

jen bes halbschattens liegen', feben gar teine Bins fterniß, obgleich auch bep ihnen bie Sonne fceint.

Wenn also S (Rig. 125) die Sonne, in T die Erde und in L der Mond ift, und der lettre fteht von der Linie ST, welche burd die Mittele punfte ber Sonne und ber Erbe geht, fo weit ab, daß die Linie AB, welche die Sonne und die Erde in A und B berührt, auch ihn in D berührt, fo fann feine Connenfinfternif Statt finden, es fes benn die Greite bes Mondes fleiner, als bier bes Binfel STL. Denn da die Linie ST gang in Die Efliptif faut, fo ift STL Die Breite Des Mons Des: Die Linie aber ADB ift Die Grenge feines Dalbichattens. Wenn alfo biefe bie Erbe blog in einem Punfte B berührt, fo feben bloß Diejenigen, welche fich in B befinden, Die außere Berabrung ber Ranber bes Mondes und ber Conne, aber es findet auf der Erde feine eigentliche Sonnens finfternif Statt, es fen benn bie Breite bes Mons des kleiner, als bier STL. Mun ift aber STL = STA + ATD + DTL und ATD + TAD = TDB. Miso wird STL = STA+ TDB - TAD + DTL. Alfo muß die Breite bes Mondes fleiner fepn, als ber fceinbace Salbe meffer ber Sonne STA, + bem Unterfchiede ber Varallare des Mondes und der Sonne TDB -TAB, + dem Scheinbaren Salbmeffer des Mons bes DTL, wenn eine Sonnenfinsterniß Statt finden foll. Diese Summe macht, wenn man fie nach ben im vorhergebenben Schreiben befindlichen Angaben berechnet, bochftens I Grad 34 Minuten 37 Sefunden und menigftens I Grad 23 Minus ten rol Gefunde aus. Es ift aber der Mond bev einer Breite von I Grabe 34 Minuten Sefunden bon feinem Anoten an 18% Grade,

und bep einer Breite von I Stade 23 Minuten ro Toffcende etwas über 16 Grade entfernt. \*) Daher pflegt man gemeiniglich anzunehmen, daß feine Sonnensinsterniß möglich sep, wenn der neue Wond weiter, als 20 bis 21 Grade, und daß nothwendig irgendwo auf der Erde eine Sonnenssinsterniß Statt sinde, wenn er weniger, als 15 Grade, von seinem Anoten entfernt ist; daß ends lich zwischen 15 und 20 Graden eine Finsterniß möglich obgleich nicht nothwendig sep.

Die Grengen der moglichen Sonnenfinsterniffe erftreden fic, wie Gie feben, viel weiter, mie Die Greugen der möglichen Mondfinfterniffe. Die erftern find baber auch überhaupt genommen viel baufiger, als die lettern, obgleich fie immer uur an einigen Dertern ber Erbe fichtbar find. 68 fonnen fogar zwen Reumonde, Die unmittelbar auf einander folgen, beide efliptifc fenn, welches ben zwepen Bollmonden hinter einander nie Statt findet. Da ber Mond um die Erde, nicht um die Sons ne, lauft, fo fceint er uns immer rechtlaufig, und fein Schatten berührt daber die Erdfugel ims mer querft in Beften. Da, wo biefes gefdiebt, berühren auch die Sonnenftrablen die Erde, und Die Sonne geht bier verfinftert auf. Eben fo verläßt nachber ber Mondschatten Die Erbfläche in Dften, und die Sonne geht bafelbft berfinffert uns ter. Alle Derter, Durch welche die Are bes Schats tens geht, febn eine ringformige ober eine totale und gentrale Finfternis. Bu beiben Geiten bet Are ift die Finfterniß nur partial und nicht gens tral, fie gebt überhaupt allmablich von Beffen

<sup>\*)</sup> Diefes laft fic aus der in der Anmertung Des vorbergenden Briefes gegebnen Formel leicht berechnen.

nach Offen aber Die Erde fort, und fann nirgend langer bauern, als bochftens 2 Stunden.

### Bierzehnter Brief.

And die Sonnenfinfterniffe werden nach ben Senudfagen, mit welchen ich Sie befannt gemacht Sabe, im Boraus berechnet, und biefe Berechnung gen fimmen mit ber Erfahrung vollfommen abers dn. Sie find aber viel weitlauftiger und ichmes rer, als die Berechnungen der Bondfinfterniffe, weil der Mond eine fo beträchtliche Barallere bate und fic an verfciebenen Dertern ber Erbe in gang verfcbiednen lagen gegen Die Sonne jeigt, fo, baß man für jeden befondern Ort Die Große, Den Ans fang und das Ende einer Binfterniß befonders ber . rechnen muß. Ueberdiefes find die paraffuftifden Rednungen, befonders wegen ber noch immer nicht mit binlanglicher Buberlaffigfeit beftimmten Geftalt ber abgeplatteten Erdfugel, unfider, fo, baf man, wenn man burd die Beobachtung ber Gonnenfine fterniffe die geographischen gangen ber Derfer findem will, auch ben ber allerforgfaltigften Berechung und Besbachtung, um 20 Sefunden, ja unter nicht fo vortheilsaften Umftanden auch mob! um das Doppelte irren tonn. Etwas abnliches muß man bon ben Bebedungen ber Ripfterne burch ben Mond fagen. Sonft lagt fic bas Fortructen des auf der bellen Gomenfcheibe icharf.abgefchnits tenen dunfeln Mondrandes viel juberiaffiges beobe achten, ale bas Fortracten bes lemas unficher bes

- grengten Erbichattens auf ber Mondicheibe. wenn man gleich ben Unfang ber Siufterniß etwas ju fpåt und ihr Ende etwas ju fruh bemerfen follte, fo låft fic boch biefer Rebler burd bie ges nane Beobachtung ber Beiten, in welchen bie bers folebenen Theile ber Connenfcheibe nach und nach verfinftert werden, verbeffern. Denn Diefe Beiten muß man mit einer febr guten Uhr, und einem' guten Fernrobee, in welchem fich zwen febr feine Raben fenfrecht burchfreugen, aufs forgfaltigfte bes Bon biefen Raden muß, mabrend der gangen Beobachtung, Der eine eine unbewegliche sollig borigontale, Der andre eine vertifale lage baben, damit men die Unterfchiebe ber Soben und ber Meimuthe ber Rander und Sorner Des Mons bes und ber Sonne von Zeit ju Zeit baburch beobe achten fonne.

Uebrigens wird die Große ber Rinfterniffe den Sonne fomobl, als des Mondes, auf einerlen Art wach Boffen und Minuten bestimmt. Aber eine gangliche Connenfinfterniß ift viel feltener und merte wurdiger, els eine gangliche Mondfinfterniß. wird mitten ben Lage vollig Racht, Die Sterne erfcheinen, Die Thiere begeben fich jur Rube, und um ben Mond geigt fich ein beller Ring, ber uns fehlbar burch das in seiner Atmosphäre gebrochne Sonnenlicht erzeugt wirb. Der erfte Puntt ber Conne, Der wieder jum Boricein fommt, wenn bie gangliche Binfternis aufbort, erfceint ploglich, wie ein Blis mit feiner gangen Lichtftarte. fieht man ben folden ganglichen Rinfterniffen belle bligende Bunfte in der fcmarjen Mondfcheibe, als wenn ber Mond bier burdladert mare, und bas Sonnenlicht Durchließe. Gie entspringen aber bochft

wahrscheinlich von dem noch fortdauernden Feuer ber ungeheuern Bulfane im Monde.

Die Mondfinfterniffe, ben welchen man den Schatten ber Erbe auf ber Mondscheibe freisrund und mit einem glatten Raube umgeben fiebt, bes weisen auf eine finnliche Urt, bag die Erde eine Rugel ift, und daß ibre- von ben Gebirgen bers rubrende Ungleichbeiten, in Anfehung bes Gangen, . von gar feiner Bebeutung find. Warum follte fie fich also auch nicht, so wie die Canne und ber Mond und andre himmlifche Rorper, Die gleichfalls Augeln find, von Weften nach Often um ihre Are breben? besonders da fie so febr viel fleiner ift, als die Sonne? Welche ungeheure und gang begreifliche Sonelligfeit mußte Die Sonne nicht haben, wenn fie, ben ihrer erftaunlichen Entfera nung bon ber Erbe, alle 24 Stunden einmal um diefe herumlaufen follte? Und was foll man vollends bon ben Sternen fagen, die größtentheils noch viel weiter von ber Erbe abfleben, als die Sonne? Belde einigermaßen wahrscheinliche Urface tanu man angeben, bag Sterne, Die fo unendlich berg fciebene Entfernungen von ber Erbe baben, bens noch alle in gleichen Zeiten und um dieselbe Achse jugleich berumgeben follten? Wie leicht und wie naturlich laffen fic bagegen nicht alle biefe fcheins baren Bewegungen baraus erflaren, bag bie Erbe, sufammt ihrer Atmosphare, fich in jedem Tage eins mal von Beften nach Often um ihre Ure breht? Me bimmlifde Rorper, bas beißt: alle, die außer der Atmosphare der Erde find, muffen alde bann und nothwendig in derfelben Beit von Often nad Weften ju geben icheinen, und felbft die Ros meten, jene fonderbaren Sterne, Die nur jumele len der Erde fo nabe fommen, daß fie fichtbar'

. find, muffen an diefer fceinbaren taglicen Bewes gung Antheil nehmen.

Ich werde alfo funftig die Drebung der Erbe um ibre Achfe als eine wirflich vorhandne Bemes gung allezeit voraussegen , und habe hierzn ein befto größeres Recht, ba ich fie Ihnen in ber Folge noch burch andre Grunbe, wider welche fich gar nichts einwenden laft, beweifen will. Gie ift gang gleichformig und gefchiebt in derfelben Beit, in welcher die Atefterne, die feine eigne mertliche Bes wegung haben, um die Erde ju laufen icheinen. Denn ein Ripftern, ber ju einer gemiffen Beit in unferm Scheitelpunfte fieht, muß nothwendig in ber Zeit, ba wir uns mit ber Erbe gleichformig von Weften nach Dften breben, in der Ebne, in welcher wir une breben, von Often nach Weften einen Paralleffreis ein Mal gleichfbemig ju burchs laufen fceinen, ba er, nach einer volligen Ummale jung ber Erdfugel, wieder in unfern Scheitelpunft fommt. Jeber anbre Stern aber, ba er von jenem immer gleich weit entfernt bleibt, muß in berfels ben Beit ebenfalls von Often nach Weffen einen Parallelfreis ju burchlaufen fceinen, es fen benn baf er lothrecht über bem Pole ber Erbe fieht, wo er gang unbeweglich bleibt.

Benn man erstlich einmal von der Drehung der Erdfugel überzeugt ift, so findet man wenig. Bedenken, auch die jährliche Bewegung der Sonne um die Erde bloß als scheinbar anzusehen, und anszunehmen, daß in der That die Erde um die Sons, ne, so wie der kleinere Mond um die größere Erde, herum läuft. Alle die besondern Erscheinungen der vier Jahreszeiten lassen sich unter dieser Boraussehung sehr leicht und natürlich begreisen, wenn

man nur annimmt, baf bie Are ber Erbe fich ims mer parallel bleibt. Wenn namlich die Erde eine faft freisformige Babn ADEGA (Fig. 11) außer Deren Mittelpuntte C Die Conne in Siff, in einem Jahre durchläuft, fo feben wir nach und nach bie Sonne in E, F, G, wenn die Erbe nad und nach in A, B, D fommt, und die geraden Liniem AE, BF, DG alle durch S gebn. Bewegt fich aber die Erde aus E in F, oder G, fo fceint uns die Sonne aus A in B oder D gu geben. Mit einem Worte: wenn die Erde wirftich vors warts ober nach ber Ordnung ber Beichen forts geht, fo fceint fic uns die Conne nach diefer Ordnung in ihrer Bahn ju bewegen. Und find die Binfel ASB, BSD, wetch die Erbe in ges wiffen Zeiten burchläuft, einander gleich und von 30 Braben, fo icheint und Die Conne burch gleiche Binfel oder Bogen der Efliptif, namuch von G nach F durch ein Zeichen, und von F nach E auch durch ein Zeichen, ju laufen. In D ift bie Sonnenferne, in G Die Sonnennabe, ober Die Erbe ift in D am weiteften von der Conne, und in G am nachften ben ihr. Doet erfcheint uns Die Sonne im Rrebfe, hier im Steinbode; immer aber jeigt fich ihr Mittelpunft in der Ebne ber Efliptif, weil wir ibn gleichsam aus bem Dittele puntte ber Erbe feben, und jene Cone burch Dies fen und ben Mittelpunft ber Conne gebt.

Da während der Bewegung der Erde ihre Ape, folglich auch ihr Acquator, fich immer parallel bleibt, so fiellen Sie sich eine der Sbne des Acquastors parallele Shne durch S vor. Sie durchschueis det die Shne der Efliptif nothwendig in einer ges wissen geraden Linie HI, und in dieser liegt der Frühlingspunkt und der herbstpunkt. Denn sobald

Die Erbe in H aber I anlangt, fo feben ihre Bes wohner die Sonne in der Ebne des Mequators, ju jeder andern Zeit aber außer ihr. Alfs haben wir alsbann die Rachtgleichen, und die Sonne erfceint bas eine Wal im Y, bas andre Mal in a, wels de beibe Buntte um 6 Beichen aus einander lies Bieben Sie burch 8 Die anf HI fenfrechte Linie DG. fo ift die Babn ber Erbe, ober Die Efliptit DHEFIBD, in den Dunften D und G am weiteften bon ber Cone Des Mequators ents fernt, welche ben D uber, und ben G unter fie fällt. \*) Rommt alfo Die Erde in iene Punfte, to ideint uns die Sonne alsbann am weiteffen bom Aequator entfernt ju fepn, und in dem einen am bochfen über tom, in bem andern am tiefften unter ibm gu feben. Dit einem Borte: bier find Die Punfte Der Sonnenwenden, Die um 3 Beiden bon ben Bunften ber Rachtgleichen entfernt find. Dadurch daß die Are ber Erde fich nicht immer gang vollfommen parallel bleibt, geschieht es, daß auch die Sone des Aequators und die Linie HI allmählich ibre lage etwas andern, und die Puntte ber Rachtgleichen fich rudwärts bewegen.

Ropernifus ein Thorner von Geburt, und Doms berr von Ermeland, war der erfte, welcher in der Mitte des sechzehnten Jahrhunderts die Bewegung der Erde um ihre Achse und um die Sonne aus Granden behauptete, und umftandlich zeigte, wie leicht und naturlich fich aus diesen Bewegungen alle Erscheinungen der himmlischen Rorper erklaren ließen. Borzüglich war es der unregelmäßige Lauf der Planeten, welcher ihn bewog auzunehmen, daß diese Gestirne mit der Erde zugleich in verschiedes

<sup>\*)</sup> Man febe bie 3 Anmert. bes 3 Briefes.

wen Entfernungen und Rreifen um Die Sonne berumgeben. In ber That icheinen fie in bem Thierfreife herumguirren, bald vormaris, bald ruch warts ju laufen und bald gar fille ju fieben, bas ber man fe auch Brefterne ober Planeten ges nannt bat. In ber Beltordnung bes Ropernifus find alle biefe Unordnungen nur fcheinbar, rubren blog bon ber Bewegung ber Erbe um bie Sonne ber, mabrend daß bie Planeten in ihren Bahnen gang regelmäßig fortlaufen. Denn wenn unfer Muge mit ber Erbe jugleich fortgeriffen wird, fo muß felbft ein ftillftebender Stern fic uns auf verschiedene Art, und ein bewegter fich gang anders, als er wirflich fortgebt , ju bewegen fceinen.

Die Alten hatten febr enge Begriffe von ber Große Des Beltgebaudes. Mehrentheils festen fie Die Erde in Die Mitte Deffelben und glaubten, baß Die Sonne, fo wie die Planeten, in verschiedenen Rreifen um diefelbe berumlaufen. In Diefer Bes tractung rechneten fie die Sonne mit unter Die Planeten. In einer geringen Entfernung über bem anferfien Planeten, ben fle fannten, bem Saturne, Reuten fle fic die Riefterne an einer boblen Rugel, bem Sternhimmel, befeftigt bor, und glaubten, daß biefer mit allen Sternen taglich ein Dal um Die Erde gebreht marbe, und feine Bewegung auch ben Planeten mittheilte. Als man die Unrichtige fett Diefer Beltordnung, Die bom Ptolomaus ben Ramen bat, julest überjeugend einfah, und Ropers nifus bie mabre Beltordnung entbeefte, fonnte man fich Anfangs gar nicht baran gewohnen, fich bas Beltgebaube fo groß ju gebenten, als es wirflich Benu namlich ein Stern S (Fig. 12) fo febt daß der Wintel DAS, indem die Erde fich in A befindet, febr flein, und ber Stern alfo der Erde

are AD, ober bem Pole, febr nabe ift, fa muffee berfelbe, wenn die Erde in die gerade entgegenges feste Stelle ihrer Babn, in B, fommt, weit vom Dole entfernt ju fenn icheinen, wenn anders ber Stern nicht etwa unendlich weiter, als die Sonne, bon der Erde abftande. Denn gieben Gie ju bem Sterne Die geraden Linien AS, BS, und es fep BE mit AD, BF mit AS parallel; fo ift BE Die Are der Erde, Die fich immer paraftel bleibt, und der Winkel SBE oder SBF + FBE den Wintel SBF ober ASB, welchen man die Barallare ber Erdbabu ober die jabriiche Parallage nennt, größer, als SAD. Run. aber fand man bie beiben Bintel SAD und SBE einander vollig gleich. Alfe mußte man, wenn man Die jabrliche Bewegung ber Erbe annahm, auch gus geben, bag die Parallare ber Erdbahn unmerflich daber die Entfernung ber Airsterne flein und von der Erde unendlich größer, ale die der Sonne fen; man mußte ben gangen Durchmeffer ber Erde babn, ber boch fo viel, als der doppelte Abftand. Der Sonne bon ber Erde betragt, in Anfebung jener Entfernung, als einen Punft, und die Linien SA, SB als parallel, aufeben.

Eine so ungeheuere Entfernung der Firsterne schien vielen Sternkundigen noch immer unwahrs schinlich zu senn, und sie glaubten, daß man mit volltommneren Wertzeugen die Parallare der Erds bahn von einer merklichen Größe sinden wurde, ja einige behaupteten, sie an & Minnst groß gefunden zu haben. Aber der Englische Aftronom Bradley, der mit den volltommensten Wertzeugen versehen war, und die Firsterne mit einem fast unglaubs lichen Fleise anhaltend beobachtete, zeigte endlich vor 70 bis 80 Jahren, daß die jährliche Parallare

ber Rirfterne guverlaffig nicht 2 Sefunden groß fep. Ift nun SA auf AB fentrecht, fo berbalt fic SB qu AB wie 1 : sin. ASB. Wenn Sie baber 1 mit 0,000000696 als den Sinus von 2 Ses funden theilen, fo finden Sie Die Entfernung BS 103135 Mal größer, als AB, wenn ASB 2 See funden balt. Brablen verfichert aber über Diefes, aus allen feinen Beobachtungen folge bochft mabre fdeinlich, daß die jabrliche Barallage der Rigfterne nicht einmal eine Sefunde beträgt. Dachte fie eine Sefunde, fo mußte BS = 206270 AB fenn. Und da AB der doppelten Entfernung der Sonne bon ber Erde gleich ift, fo folgt, baf die Rirfterne boch wahrscheinlich mehr als 400000 Mal weiter bon der Erde abfteben, als die Sonne, wenn es anders gewiß ift, bag die Erde fich um bie Sonne bewegt.

Diese Bewegung aber der Erde hat Bradlen durch die wichtige Entdeckung von der Abirrung des Lichte, welche er zu gleicher Zeit machte, so außer Zweifel gesett, daß sie jest als eine ganz ausgemachte Wahrheit angesehen werden muß. In meinem nächsten Schreiben werde ich von jener Entdeckung umffandlicher reden.

### Funfzehnter Brief.

Indem Gradlen mit einer gang ungewöhnlichen und außerordentlichen Genauigkeit die Firsterne beobachtete, um ihre jährliche Parallare zu bestims men, wenn sie auch noch so klein wäre, entdeckte er an ihnen gewiffe gang unerwartete fleine Bes wegungen, welche ihrer Parallage gang entgegens gefest ju fenn fdienen. Er bemertte bag ein Stern, Der febr nabe am Pole ber Efliptit fand, in Beit pon einem Jahre, einen fleinen Rreis, beffen Salbe meffer an 20 Sefunden betrug, ju burchlaufen fcbien; dag alle andre ber Efliptif nabere Sterne, in berfelben Beit, Ellipfen ju beschreiben ichienen, beren größere ber Effintif parallele balbe Mren ebenfalls an 20 Sefunden bielten, die fleinern Aren aber fich ju ben groffern, wie Die Simus ber Breite ber Sterne jum Sinus totus verbielten, und bag baber bie felbft in ber Efliptif befindlichen Sterne ein halbes Jahr lang bloß an 20 Sefunden vorwarts und ein halbes Jahr lang an 20 Sefunden radwarts gingen, ohne fich im geringften, nach Suben ober Rorden ju, bon ber Efliptit ju ents fernen.

Rach vielen vergeblichen Bemubungen die mabre Urfache Diefer Bewegungen ju entbeden, war Brads lev endlich fo gludlich, fie in der allmählichen Rortpflangung bes lichts ju finden, aus welcher fic alle Ericeinungen aufe volltommenfte ertlaren laffen. Man mußte icon ju den Zeiten bes Grade len, aus den Beobachtungen bes Romer, von welchen ich Ihnen gleich in ber folge nadricht geben will, daß bas licht ungefahr is Minuten Zeit braucht, um ben gangen Durchmeffer ber Erbbahn ju burchlaus Außerdem ift es gewiß, bag bas Licht auf gleiche Urt burch burchfichtige Rorper geht, es mbe gen Diefe ruben ober fich bewegen. Denn wir feben alle Segenftande mit gleicher Deutlichfeit und auf gleiche Art Durch Die Luft, es fen nun daß fie gang rubig ift, ober burd die beftigften Sturme bewegt wird. Wenn alfo ein Strabl nach bet

Richtung DCF (Rig. 13), in ein unter AB ber findlices Mittel eindringt, und wir indeffen Die Brechung gang ben Seite fegen, fo geht er nach CF fort, wenngleich das Mittel fich nach CB im fortbewegt. Ift nun diese Bewegung fo ftart, daß fie durch CB = EF geht, in derfelben Beit t, da ber Strahl aus C nach F gelangt, fo ift am Ende Diefer Zeit t ber juerft vom Strable getroffene Punft C in B, und E in F. Auf eine abnliche Art fommen, ba wir die Bewegung des Lichts und bes Mittels als gleichformig annehmen, mabrend ber Beit t, nach und nach alle Bunfte ber Linie. EC in ben Strabl CF, und Diefer bringt baber eben fo in bas Mittel, als wenn biefes rubte, und er die Richtung BF batte. Diefer gall findet aber wirflich ben unferm Auge Statt, wenn Die Erbe fic um die Conne bewegt. Denn ba es alebann nach einer gewiffen Richtung CB fortgeriffen wird, und wir bon Diefer Bewegung nichts wiffen, fo feben wir einen Stern, ber wirflich nach ber Riche tung FCD flebt, nach ber Richtung FB, ober ber mit FB parallelen binie ECI, alfo an der Seite des mabren Orts, nach ber Segend ju, nach welcher wir und felbft bewegen. Der Bintel aber DCI heift die Abierung des Lichts. 3mat wird das licht in unferm Auge gebrochen, aber Dennoch immer fo, als wenn es nicht nach ber Richtung DC fondern nach IC in das enbende Ange fiele, und wir feben baber immer jeben Stern, wegen diefer Abirrung bes Lichts, an einem fals fden Drte.

Bare die Seschwindigfeit der Erde in ihren Bahn CB von gar feiner Bedentung, oder nnends lich flein in Ansehung der Seschwindigfeit des Lichts CF, so warde auch die Abirrung des Lichts DCI

= CFB gang unmerklich seyn. Allein da das Licht in 16 Minuten 14 Sefunden den Durchmefe fer der Babn der Erde, alfo in 3060 Setuns ben, eine diefer Babn gleiche Entfernung, durchs lauft, und die Erde in einem Jahre durch biefe Bahn geht,' fo findet man leicht, baf die Ges schwindigfeit des Lichts nur 10313 Mal größer ift, als die der Erde. Daher verhält CB : CF = 1: 10313 = sin. CFB: 1 = sin. 20": 1, wenn, wie ich hier annehme, EFC, ober BCF ein rechter Winkel ift. Die Abirrung bes Lichts CFB oder DCI beträgt alfo in Diefem Ralle 20 Ges funden; und Die Drebung der Erde um ibre Are fann hierin nicht die geringste merfliche Menderung machen, ba felbft unter ber Linie Die Gefdwindigfeit ber Drebung nur etwa I von ber Geschwindige feit, mit welcher die Erde in ihrer Bahn fortgebt; ausmacht, außer ber Linie aber jene Gefdwindigs feit noch weniger bon einiger Bedeutung ift. I

Wenn aber der von einem Firsterne sommende Strahl CF (Fig. 126), mit der Richtung des Wittelpunkts der Erde FD einen schiesen Wintel CFD macht, und FH = CB, die Linie ist, durch welche sener Wittelpunkt in derselben Zeit läust, da das Licht ans C nach F geht, so ist CB: FC = sin. CFB: sin. CBF. Es ist aber anch CB: FC = 1:10313 = sin. 20":1, und CFB die Abirrung des Lichts, der Wintel aber CBF = BFD, wovor man, ohne den ges ringsten merklichen Jerthum, auch CFD sein. CFD = sin. 20":1, und der Sinus der Absirrung ist demnach = sin. 20" sin. CFD.

Stellen Sie fic baber aus irgend einem Sterne S eine auf die Sone der Efliptik (Big. 127), ges

ibgene fenfrechte Linie, und burch ben Bunft, ma fe jene Cone Durchichneibet, und burch ben Dits telpunft ber Sonne C eine gerade Linie BA vor, so ift die Ebne SAB auf die Chne der Efliptit Da wir uns nun ben Diefer Unterfus dung, ohne den geringften merflichen grrthum, Die Babn ber Erde AEBRA als einen Rreis vors fellen tonnen, in welchem ber Mittelpunft ber Erbe aberall mit gleicher Beschwindigfeit fortgebt, und in beffen Mittelpuntte C fic die Sonne bes findet, fo wird BA ein Durchmeffer des Kreifes, und die Richtung der Erde AF, wenn fie fich in A befindet, ift auf Die Durchschnittslinie AB Der beiden feufrechten Chnen SAB und RAER, alfo auch auf die Ebne SAB, und auf die Linie SA fenfrecht. \*) folglich macht die Abierung bes Lichts, wenn wir den Stern S ans A feben, 20 Sefune ben aus, und ber Stern ericheint uns in ber Chue SAF, parallel mit ber Efliptif, an der Seite ber Link AS, nach F ju. Kommt hierauf Die Erde in E. wenn RCE fentrecht auf BCA ift, fo feben wir benfelben Stern S in ber auf Die Eflips til fenfrechten Ebne SEH, unter ES, alfo nach Saden au. SEH ift der Reigungewinfel der Linie SE gegen die Cone ber Effiptif, alfo die Breite des Sterns S: und Die Abirrung in E = sin. 20" > sin. SEH = sin. 20" sin. lat. wenn lat. Die Breite bes Sterns bedeutet. Rommt Die Erde biernacht in B. fo feben wir ben Stern wieder, wie in A, blog nach ber Seite gegen I gu von feinem wahren Orte um 20 Sefunden entfernt, und in R erfcheint er uber feinem mabren Orte, nach Rorden ju, in der Weite den sin. 20" sin. lat.

<sup>9</sup> III. Band Cinleit. 142.

In jebem mittleren Orte swifden ben Bunt, ten A, E, B, R, 1. B. in L, fann man die Bewegung ber Erbe LM, beren Richtung in L Die Babn ber Erbe berührt, und beren Gefdwins Digfeit LM eben fo groß ift, als die Gefdwindigs feit in A. E., B und R. in die beiden Bemeguns gen LN und LO jerlegen, beren jene mit AF. Diefe mit EH, parallel ift. \*) Berlangert man NL in P bis auf CA, und LO in Q bis auf CE. fo find die rechtwinflichten Drevocke CLP. CLO, OLM und MLN insgesammt einander abulic. Es ift aber in L die Gefdwindigfeit nach LN fleiner als in A die nach AF. Denn LN- verbalt fich ju LM ober ju AF wie CP ju CA. Chen fo ift LO fleiner als EH, im Bers baltniffe PL ju CL. Dager ift in ebendenfelben Berbaltniffen fomobl die mit ber Efliptif parallele, als auch die auf fie fenfrechte Abierung bes lichts in L fleiner, als in A und E. Denn je fleiner CB oder EF wird (Rig. 13), da CF immer von gleis der Große bleibt, um defto fleiner ift ber Binfel CFB oder DCI. Es folgt bierans augenscheins lich, daß ber Stern S uns eine Ellipfe gu beschreis ben fceinen muffe, beren große balbe Are mit ber Efliptif parallel und bon 20 Sefunden, die fleine aber auf die Efliptit fentrecht und bon 20 sin. lat. Sefunden ift. 2 3ft ber Stern im Pole ber Effintif, fo wird feine Breite go Grabe und bet. sin. lat. = 1, die fleine halbe Are aber = 20 Sefunden. Die Ellipse vermandelt fic also bier in einen Areis. Ift ber Stern in Der Etliptif, fo wird sin. lat. = 0, und die Ellipse verwandelt fich in eine in die Cone ber Efliptif fallende Linie, યેઠેલ

<sup>11.</sup> Band amolfter Brief.

vollig so, wie die Ersahrung es zeigt. Wir sehen ihn alsdann (Hig. 14), wenn er mit der Sonne 3 im Segenscheine, und die Erde in A ist, nach AF; und A, wo er mit der Sonne in Bereinigung ist, nach BE; aus den mitten zwischen A und B geslegenen Oertern der Bahn aber, z. B. aus G, in seinem wahren Orte, nach GH.

Diefer Theorie gemaß haben Die Aftronomen Sabellen berechnet, nach welchen fit Die fcheinbaren Derter ber Sterne megen ber Abirrung bes Lichts berbeffern und auf die mabren Dertet gurudbrins Da Diefe Berechnungen mit ber Erfahrung bekandig aufs volltommenfte übereinftimmen, fo ift Diefe Uebereinftimmung ein unwiderleglicher Beweis ber Bewegung ber Erbe um bie Conne, inbem obne diefe Bewegung die Abirrung bes Lichts gar nicht Statt finden tonnte. Angleich beweifet fie ben ungebeuern Abfand ber Alefterne von ber Erbe, gegen welche bie Entfernung ber Conne von uns nur als ein Buntt angufeben ift. Denn mare bie jabrliche Parallage ber Firfterne nut gegen 2 Ces funden groß, fo mußte fie nothwendig auf die Abe treung bes Lichts einen merflichen Ginfiug baben, und diefe tonnte fich unmöglich fo verhalten, als wenn alle von einem giefterne, ein ganges Jahr aber, ju und fommende Straflen bollig parallel måren.

Den ersten Beweis von der allmählichen Forts pflanzung des kichts gaben die fortgesetten Beobs achtungen der Finsternisse der Monde des Jupiter. Dieser Planet, der größte unter allen übrigen Planeten, hat nämlich 4 Monde, oder Trabansten, die ihn beständig begleiten, indem sie zugleichzieder in seinem besondern Kreise, um ihn herums lausen. Man kann sie selbst durch sehr mittelmäs

Sige Ferntobre faben, und fie find auch gleich nuch Erfindung der Fernrobre entbedt worden. Gie find bunfle bon bor Sonne erleuchtete Rorper weil fie verfinftert werben, wenn fie burch Jupiters Schatten geben. Der deitte und vierte von ibnen mag etwa so groß fepn, als unfer Mond, übrigen find viel fleiner. Sie laufen febr geschwinde um den Inpiter, und ihre Babnen find gegen bie Sahn Diefes Planeten und gegen die Efliptif nur febr wenig geneigt. Daber merden fie febr oft, und ben jedem Umlaufe ein Dal, verfinftert. Diefe Finfterniffe find jur Beftimmung der geographifden Lange Der Derter auf ber Erde febr wichtig, ba man befonders fur den erften und zwepten Trabaw ten, welche dem Jupiter am nachften find, febr genaue Safeln bat, aus benen fich ibre Rinfterniffe leicht und ohne alle parallaftische weitlauftige Reche pungen fo genau bestimmen laffen, daß man nie um 10, gewöhnlich nur um 5 bis 6, ja oft nur um 2 bis 3 Sefunden irren fann. 3mar fiebt man Durch ein langeres Fernrohr und ben febr beiterer Luft die Trabanten fpater verfdwinden ober eber wieder ericeinen, als burch ein fürgeres Fernrobr. oder wenn die luft nicht febr rein ift, oder auch wenn Jupiter niedrig am Dorizonte ftebt. Indeffen macht auch Diefer Unterschied in Der Beit bochftens unr einige Sefunden aus.

Es war eigentlich der erste oder innerste Mond des Jupiter, der zu der Entdeckung der Seschwins digkeit des Lichts Selegenheit gab. Benn namlich die Erde in der Linie ADBEA (Fig. 15), um die Soune S lauft, und Jupiter I sich in der vers langerten geraden Unie AS befindet, so sehen wir diesen Planeten, wenn die Erde nach A oder B

smmt, and A in der Zufammentunft, und aus B im Segenfcheine mit ber Sonne. In beiden gallen verbedt er feinen eignen Schatten, und Die Berfinfterungen feiner Trabanten laffen fic nicht beobachten. Geht aber Die Erde ben A burch D nach B, und erscheint uns folglich Jupiter bes Porgens, fo feben wir in F die Eintsitte feines Trabanten in den Schatten. Denn die Trabanten bemegen fich eben fo, wie alle Planeten, von Bes fen nach Offen, und erscheinen und baber, wenn fie binter bem Jupiter fortgeben, vechtlaufig; wenn fie aber bor ibm vorbengeben, mo ihre Schats ten oft auf ber Scheibe bes Jupiters fichtbar find, radlaufig. Die Austritte aus bem Schatten ber G tonnen wir, wenn fich die Erde zwischen ADB-befindet, nur bend britten und vierten, jus weilen auch berm zwenten Erabanten feben; ber erfte Erabant aber if bem Jupiter fo nabe, baf er von ihm unfern Augen alsdann gang verbeckt wird, wenn er austritt. Geht aber Die Erbe meis ter, von B durch E nach A, fo feben wir wies ber blog die Austritte bes erften Trabanten, nicht aber feine Ginteitte. Alebann fdeint Jupiter uns des Whends.

Man fand bald nach der Entdeckung der Tras banten des Jupiter auch ihre Umlaufszeiten, und besonders, daß der erfte in etwa  $42\frac{1}{2}$  Stunden ins Mittel seine ganze Bahn ein Mal durchläust. Racher entdeckte Olos Romer, ein Danischer Aftros nom, indem er zu Paris sehr oft die Berfinsterungen dieses Trabanten beobachtete, daß seine Eins tritte nach und nach, wenn die Erde von A durch D nach B ging, immer fraher, hernach aber die Austritte immer später einsielen, als sie nach der

Rechnung einfallen follten. Diefe Boreilung ber Eintritte und Berfpatung ber Austritte mar zwar ben einigen wenigen Umlaufen bes Trabanten faum merflich, nahm man aber viele, g. B. 40, 50 ober mehrere Umlaufe nach einander in eine Gumme, und jeden ju 42 Stunden an, fo murbe fie febr betråchtlich. Romer war ber erfte, welcher fie ber allmablicen Rortpffangung bes Lichts jufcrieb. Denn ba die Erde in A um die boppelte mittlere Beite ber Sonne weiter bom Jupiter entfernt ift, als in B, fo muß auch bas licht mehrere Zeit ans wenden, um vom Jupiter bis ju unferm Muge ju gelangen, wenn bie Erbe in A, als wenn fie in B. ift; fo viel mehrere Zeit namito, als es braucht, um den gangen Durchmeffer ber Erdbabn AB zu Durchlaufen. Diefe Beit feste man, fo genau, als Re fic auf ben Rinfterniffen befimmen lief, auf 16 Minuten; aber nach Brableps Beobachtungen aber die Abirrung bes Lichts, muß man fie auf 16 Minuten 14 Sefunden feten. Das Licht burche tauft alfo in einer einzigen Sefunde mehr als 40000 Mellen und übertrifft Die Gefdwindigftit einer Rausnenkugel an 18 Millionen Mal.

Die Entdeckung der Trabanten des Jupiters war zu ihrer Zeit ein neuer Beweis für die Wahrs heit der Kopernifanischen Weltordnung. Denn da ein Planet, der ungleich größer ist, als die Erde von vier Monden begleitet, die in verschiedenen Kreisen und mit verschiedenen Geschwindigkeiten um ihn herumlausen, in seiner Bahn um die Sonne fortgeht, mußte man nicht nothwendigschließen, daß die Erde eine ähnliche Bewegung hat, und von ihrem Monde auf eine ähnliche Art begleitet wird?

#### Anmertungen.

1. Die Erde durchläuft ihre ganze Bahn in einem Sternjahre, oder in 365 Tagen 6 Stunden 9 Minuten 11,6 Sefunden oder in 31558151,6 Sefunden. Theist man diese Jahl durch 3060, so erhält man 10313, und um so viel geht das Licht geschwinder, als die Erde in ihrer Bahn. Theist man 1 durch 10313, sa besommt man 0,00009696. Diese Jahl aber ist der dritte Theil von 0,0002909, dem Sinus von einer Minute. Miso bezeichnet sie den Sinus von 20 Sefunden.

Die Erbe dreht sich ungefähr in 86000" eint Mal völlig um ihre Are, und jeder Punkt unter der Linie durchläuft in dieser Zeit einen Kreis, desen Halbmesser z ist. Aber in 31558151,6 Sesunden beschreibt die Erde um die Sonne einem Kreis, dessen Halbmesser 24000 ist. Beide Kreise vethalten sich wie z 24000, wie ihre Halbmesser. Die Geschwindigkeiten beider Bewegungen sind, wie

<sup>24000 : 31558151,6 = 31558151,6:86000.
24000 = 1:65.</sup> Es ift also bie Geschwindigs feit der Bewegung um die Sonne an 65 Mal so groß, als die Geschwindigkeit der Drehung selbst unter der Linie.

<sup>2.</sup> Die größte mit der Efliptif parallese Absitrung des Sterns S (Fig. 127) findet offenbat in A und B Statt; 20" westlich in einem Punkte, und 20" östlich im andern. Die größte auf die Efliptif senkrechte Abirrung ist in E und R, hier 20 sin. lat. Sekunden nordlich, dort 20 sin. lat. Sekunden südlich. Man nenne den Winkel ECL, a, so ist die parallese Abirrung in L zu der in A.

ober B, wie sin, a: 1 und die sensrechte Abire rung in L zu der in E oder R = cos. a: 1.

If alfo (Sig. 120) AC = CB ein fleiner der Effintif paralleler Bogen am Dimmel von 20 Ges funden, ber burch eine gerade Linie borgeftellt wers ben fann, ADEB ein halber Rreis, und DCE = a. CE aber auf AB fenfrecht; fo ift 1:sin. a = AC:PC und a : cos. a = CE:PD.Man mache CM = 20" sin. lat. und PN : PD = CM : CE. fo ift N der fdeinbare Ort bes Sterne, ber jum Binfel a gebort, weil bier bie paraftele Abirrung ju ber groften, wie PC : AC, und die fenfrechte ju ber größten, wie PN : CM oder wie PD : CE ift. Da man nun jede Ore Dinate, als PN, erbalt, wenn man PD im Bers baltniffe 1 : sin. lat. vermindert, fo ift ANMB, Der fceinbare Beg bes Sterns in einem halben Jahre, offenbar eine balbe Ellipfe.

# Sedzebnter Brief.

Wenn ein Trabant des Jupiter verfinstert wird, so verschwindet er nabe an ihm ben ganz heiterm dimmel, so wie der Wond zuweilen ben einer ganzlichen Mondsinsterniß. Daß er aber aledann wirklich verfinstert wird, sieht man daraus augens scheinlich, weil er nur da verschwindet, wo der Schatten des Jupiter senn muß, wenn man vors aussetz, daß dieser ein dunkter von der Sonne erlenchteter Körper ift, und weil man unter dies seraussesung die Finsternisse seiner Trabanten

gang genau im Borans berechnen fann. Dagegen fiebt man fdwarze Kleeten burch Die Schoibe Jui piters geben, wenn fich feine Trabanten zwischen ibm und ber Sonne bewegen, die man alfo für ibre Schatten balten muß .- Auf eine abnliche Art : werden auch Saturns Trabanten oft verfinftert. Undre Planeten fieht man burch Fernrohre oft mit bollem Lichte, oft nur jum Theil erleuchtet, wie ben machfenben ober abnehmenben Mond; ober man erblicht fie, als ichwarge Riechen, Die burch Die Sonnenfcheibe ju geben fceinen, wenn fie fico jwifchen ber Sonne und unferm Muge befinden. Alles Diefes jeigt, bag bie Planeten überhaupt, fo wie ibre Trabanten, dunfle Rorper find, welche ju dem Spfieme der Sonne gehoren, und von ibr erfenchtet werben.

Dennoch zeichnen fich befondere Benus und Jupiter durch ihren Glang vor andern Sternen aus. Aber fie leuchten gewöhnlich nur mit einem rubigen tobten Bichte, babingegen bie größern girs fterne blinfern ober funtein. Meberdiefes werden alle Planeten, ba fie uns unenblich naber finb, als die Firsterne, durch gute Fernichre mertlich vergrößert. Gie jeigen fich als tunde Scheiben, babingegen Die Firfferne, auch burch die beften Reenrobre, affegeit nur ais belle Punfte ericeinen. Ste haben alle gewiffe eigne Bewegungen und bleiben beffandig im Shierfreife. Man theilt fie in Sauptplaneten und Rebenplaneten. Jene laufen um die Sonne, fo wie die Erde, Diefe aber begleiten ihre hauptplaneten, als Eras Santen, geben um fie beftandig berum, und find biel fleiner, als fie. Go find Jupiter und bie Erbe Sauptplaneten, unfer Mont aber ift ein Mebenplanet.

Man theilt ferner die Sauptplaneten in bie untern und in Die obern. Jent find ber Sonne naber, diefe aber find weiter von ihr entfernt, als Die Erbe. Die Planeten namlich Mars, Jus piter, Saturn und herichel fieht man oft bie gange Racht hindurd, und fie fulminiren gumeis Ien um Mitternacht. Gie find alfo alebann im Segenscheine mit ber Sonne, fo daß die Erbe awifden ihnen und der Sonne Rebt. Gie muffen folglich weiter, als die Erde, von ber Sonne ente fernt und obere Planeten fenn. Benne bingegen und Merfur jeigen fich blog des Abends ober bes Morgens, und nie burch bie gange Racht. Gie find alfo der Sonne naber, ale die Erde, und untre Planeten. Die obern, weiche ich genannt habe, find ben ihrem Gegenscheine mit ber Sonne allezeit rucklaufig; bep ihrer Bufammentunft aber mit ber Sonne geben fie vorzäglich fonell und rechtlaufig fort. Die untern Planeten baben eine gemiffe größte Musmeichung, welche fie nie übere fcreiten. Go feben wir Die Benns nie weiter, als bochtens um 47 Grade 48 Minuten, und den Merfur nie welter, als booffens um 28 Grabe 31 Minuten, von ber Conne entfernt. Beide Planeten find rechtlaufig ber radiaufig, bis fie ibre größte Ausweichung von einer Seite ber Sonne erreicht haben, bernach febren Be, nach einigem Stillfande, mit immer-junehmender Schnels ligfeit jur Busammenfunft mit der Sonne jurud.

Alle diese Erscheinungen laffen fich aus der Bewegung der Erde leicht erklaren, wenn man nur annimmt, daß die obern Planeten fich lange samer und die untern schneller um die Sonne dewegen, als die Erde. Denn es sep in S (Fig. 16), die Sonne, in A die Erde und in F ein absere

Blanet. If nun SAF eine gerade Linie, fo ber findet der Planet fich in Diefem Augenblicke in feinem Gegenscheine mit der Sonne, Die Erde ift genan gwifden ibm und ber Conne, und wir' feben fie baber um 180 Grabe von ibm entfernti Run gebt Die Erbe nebft bem Blaueten bierauf nach einerlen Begend weiter. Beil aber Die erftre gefchwinder gebt, fo bleibt ber Planet Anfangs immer mehr juruck, und er erscheint uns daber von der Erde, beren Bewegung wir nicht empfim den, ructlaufig. Wenn er 1. B. in einer ges wiffen Beit aus F nach G, und die Erbe jugleich, auch nach der linfen Dand, aus A nach B. ger gangen ift, fo feben mir aus B ben Blaneten nach ber geraben Linie BG unter ben Rigfternen, anfatt daß wir ifin, wenn er und ble Erde fic nicht bewegt batten, nach einer ber SF paralles len Linie feben wurden. Da nun AB großer ift, als FG. fo faut diefe parallele Linie der finie BG zur Infen. Biebt man baber SH mit BG parallel, fo fceint uns ber Planet um ben Bies tel FSH-nach ber Rechten, alfo rudwärte, ges gangen ju fepn. Denn die beiden parallelen 25 nien BG und SH geben nach einerlen Birfferne, Da Diefe Sterne überhaupt feine im geringfien merkliche jabrliche Parallage baben; und die Zeis chen geben von F gegen G ober L rund gangen himmel herum, alfo über HL bon det Rechten jur Linken, unter ME aber von ber Line fen jur Rechten.

Je weiter die Erde gegen B fortgebt, um besto mehr andert sie ihre anfängliche Richtung, um desto weniger entfernt sie sich von der Linie AD nach her, Linken, um desto laugsamer wird ber scheinbare Rackgang des Planeten. Liegt ende

lich B bem Bunfte nabe, in welchem eine aus bem Planeten gejogne gerade Linie Die Babn bet Erbe berührt, fo geht diefe in ber Begend ienes Bunfts eben fo langfam nach ber Linfen fort, als ber Planet, und Diefer icheint und daber Rill gu Unter bem Berührungspunfte aber fangt Die Erde gar wieder an, fich ber AD ju nabern und nach ber Rechten ju fortjugeben. Wir was ben baber, wenn die Erbe fich in Diefer untern Salfte ibrer Babn befindet, ben Planeten, wenn gleich er ftille flande, immer als rechtlaufig febn; und Diefe icheinbare Bewegung muß jeht um befis foneller fenn, ba ber Planet wirfito rechtlaufig fortgest. In D 1. B. erfdeint ber in F befinde liche Planet in feiner Bufammentunft mit bet Conne. Befest er geht von F in G, mabrend bağ die Erbe aus D nach E lauft, und SL fen mit GE, so wie SI mit FE parallel, so ift die - icheinbare rechtlaufige Bewegung bes Planeten burd den Binkel ESL gegangen, anflatt daß fie nur durch ben Bintel FSI gegangen fenn marbe, wenn ber Planet obne wirfliche Bewegung immet in F geblieben mare.

Seht die Erde in ihrer Bahn über E hinauf immer weiter, so kommt fie nothwendig wieder in einen zwepten Punkt, in welchem eine aus dem Planeten gezogene gerade Linie diese Bahn berührt. Um diesen Punkt herum scheint uns der Planet wieder stille zu stehn, und hierauf dis zu seinem Gegenscheine rückläusig zu werden. I Jugleich muß der scheindere Durchmesser des obern Planes ten in seinem Gegenscheine, wo er der Erde am nächken ist, am größten sepn, hernach aber alls mählich immer mehr abnehmen, und bep seiner Zusammenkunft mit der Sonne am keinsten sepn.

Då nun wirklich alle vbere Planeten fich vollfome men auf diese Urt verhalten, so sehen Sie augens scheinlich, daß sie insgesammt in treissbruigen Bahnen rechtlänsig um die Sonne sortgeben massen.

Die untern Planeten fonnen wir nie im Ber denfcheine mit der Sonne feben, aber ihre 3ms fammentunft mit ber Sonne ift bon einer bops pelten Art. Denn ber Planet fann entweder ges rabe imifchen ber. Sonne und Erbe, ober bie Sonne fann gerade zwifden ihm und ber Erde fenn. Sous nennt man feine untre, biefe feine bbve Infammenfunft; in jener fehrt uns ber Planet feine dunfle, in Diefer feine erleuchtete Seite ju. Ift alfo in A ein unterer Planet, bie Erde in F, und in S die Sonne, SAF aber eine gerade Linie, fo ift ber Planet, indem er in A aufommt, in feiner untern Bufammentunft mit ber Coune. Er fdeint und alsbann jumeilen als ein dunfler runder Riecken durch die Sonnens fceibe ju gehn. Geht er unn von A nach Bi und die Erde in berfeiben Zeit von F nach Gi fo feben wir ibn Unfange nach ber Richtung FAD, hernach nach GB. If also SM mit GB parallel, fo folgt offenbar, daß ber Planet um einen Bintel, ber fo groß ift, als DSM; son D gegen M gegangen, und alfo um die Zeit feiner untern Bufammenfunft allegeit rudlaufig ift. Diese scheinbare Bewegung wird immer schwächer, bis ber Planet gegen ben Bunft fommt, wo eine and der Erbe gezogene gerade Linie feine Babn berührt. Dier, ma er bie größte Ausweichung hat, wird er Rillfiebend, und nachber rechtfaufig, bis er wieber an einem abnlichen Bantt ber große ten Ausweichung fammt, worauf er fillftebend

und hiernächst rackgangig wird. In D, ben seiner obern Jusammenkunft, geht er am schnesse fien rechtläusig sort, weil hier feine Richtung der Richtung der Erde gevade entgegengesest ift, und sein gauger scheinbarer Lauf überhaupt läßt sich volltommen begreisen, wenn man annimmt, daß er beständig nach der Ordnung der Zeichen im einer treissämigen Bahn um die Gonne sortgeht. Gelöft der scheinbare Durchmesser der untern Plas meten verändert sich dieser Boransseung gemäß.

Die Answeichung eines untern Planeten, oder feine fceinbare Beite von der Sonne, wird, mabe rend jedes Umlaufs um die Sonne, zwen Mal am arbiten. Diefer Binfel STV (gig. 17), ben bie aus dem Mittelpunfte ber Erbe T nach Dem Dits telpunfte ber Sonne und Des Planeten, S und V. gezogenen geraden Linien mit einander einschließen, tit am arbiten, wenn die legtre Linie TV die Babn bes Blaneten berabrt, und diefe ein Rreis ift, in deffen Mittelpunfte fic Die Sonne S bes findet. Denn ber Planet mag fich in der einen Dalfte feiner Bebu, außer V befinden, wo man will, fo fallt die aus T ju feinem Mittelpunfte gezogene gerade Linie gwifchen TS und TV; und eben fo berhalt fich bie Sache auch in ber anbern Salfte ber Bahn, an welche man ebenfalls unter einem Binfel, Der = STV ift, aus T eine Bes rubrungslinie gieben fann. Beobachtet man nun anhaltend bie Ausweichung eines untern Planeten und ibre allmablice Beranderungen, fo fann man ans three Brofe, wenn fie am größten ift, Die Entfernung bes Blaueten von ber Sonne berechs nen, unter ber Borausfegung, baf feine Baba ein Rreid fen, in Deffen Mittelpunfte fic bie

Sonne befindet. Denn es ift alebann ben V ein rechter Bintel, und es verbalt fic SV gu ST. wie der Ginns von STV ju 1; soer man ers batt Die Entfernung Des Planeten von ber Conne SV, wenn man die Entfernung ber Coune von ber Erbe 6T mit bem Sinus ber gebiten Auss weichung bes Blaneten multipligirt. Diefes Mits teis, die Entfernung ber untern Blaneten von ber Sonne ju beftimmen, muß man fich um befto mehr bedienen, da fich bier mit ber Parallage wenig andrichten laft. Denn bie Dorizontalpas rallare aller Planeten ift, wegen ihrer großen Ents fernung bon ber Erbe, mehrentheils fo flein, bal fie fich mit feiner Buberlaffigfeit meffen lagt, außer ben ber Benus und dem Mars, und zwar bloß alse bann, wenn beide Planeten der Erde am nachften find.

Baren Die Babnen Des Planeten V und Der Erbe T fongentrifche Rreife, in beren gemeinschafts lichem Mittelpuntte S fic bie Conne befande, fo feben Sie leicht, daß die größte Ausweichung bes Planeten immer von gleicher Große feon mußte. Muein nach ber Erfahrung ift Die größte Auswelchung eines Planeten bep einem Umlaufe bald größer, bald fleiner, als ben bem andern, und es folgt bieraus, daß die Babnen ber Planeten fich fo verhalten muffen, wie die Bahn ber Erbe. find weber eigentliche Rreife, noch auch baben fie Die Sonne in ihrem Mittelpunfte. Wenn man indeffen fur die beiden außerften Grengen ber große ten Musmeidung eines Blaneten V Die Entfernung beffelben von der Conne SV berechnet, und nachs ber ein Mittel nimmt, fo fann Diefes mobl von ber mittleren Entfernung bes Planeten von ber · Sonne nicht febr verfchieden fepn. Go! falle bie ardute Ausweichung ber Benus gwifden 47 Gras

den 48 Minuten und 44 Graden 57 Minuten. Theilt man nun die mittlere Entfernung der Erds von der Sanne in 100 gleiche Theile, so wird SV (da sin. 47 Graden 48 Minuten = 0,7408, und sin. 44 Graden 57 Minuten = 0,706489 ift) 74 oder 70, also ins Mittel 72 solchen Theilen gleich, welches der Wahrheit sehr nahe kommt. Benm Merkur ist STV zwischen 28 Graden 3x Minuten und 17 Graden 36 Minuten also SV von 30 bis 48, und daher ins Mittel von 39 solchen Theilen.

### Anmerkungen.

1. Es fenn EG, BH imen parallele gerade Linien (Fig. 128), in A bas Auge und in C ein Rorper. Das Auge merbe, ohne fich beffen bes mußt ju fenn, in ber Beit t von A nach B. und Der Rorper in berfelben Beit, ebenfalls nach Der Linfen, burd CD gleichformig bewegt; fo fiebt bas Auge ben Rorper, im Anfange der Beit t, nach der Richtung AC, und am Ende derfelben nach der Richtung BD. Ift nun BE mit AC parallel, so wird CE = AB, und CE druckt die Geschwindigfeit des Auges, fo wie CD die Beschwindigfeit bes Rorpers aus: ED aber ift Der Unterfcied beiber Geschwindigfeiten. diefer Geschwindigfeit ED icheint der Korper dem Auge, die Zeit t über, von E nach D, alfo nach ber Rechten, ober ructwarts, ju geben, weil es ibn im Unfange Diefer Beit nach ber Richtung BE, und am Ende nach ber Richtung BD fieht.

If AF zwar = AB, aber nicht mit EG parallel, und man zieht Ff parallel mit AC, fo ift die Geschwindigkeit ID, mit welcher ber

- Thener guruditigebn fcheint, allegelt fleiner, ale ED. Se fie fann ger : a trerben, und ben Rorper ftilffebend in fest Scheinen , wenn Binkel BAF fo groß ift, baf FD und AC pes rallel find. Man fieht bierans bentlich, baf ein jeder abever Planet ben foinem Gegenfcheine mit ber Conne radiaufig fenn, und im Gegenicheine felbft, mo feine Richtung der Erde parallel und gleich ift, am foneilfen ju geben foeinen muß. Je welter er von beiben Seiten Diefes Bunfts entfernt ift, um befto langfamer wird feine Bes wegung, weil die Aichtung der Erde gegen bie Richtung Des Planeten immer farter geneigt, ober ber Bintel BAF immer größer wird, wenn gleich Die Gefdwindigfeiten ber Erbe, wie AB und AF. fich immer gleich find.

Wird aber das Auge nach der Rechten, durch AH = AB, fortgeriffen, während daß der Kors per von C nach D geht, und man zieht HG mit AC parallel, wie auch DH, so ist CG = AH die Seschwindigseit des Auges, CD die des Körpers; dieser aber scheint dem Auge mit der Beschwindigseit GD oder GC + CD nach der Lusen, also vorwärts, gegangen zu senn. Wäre AH mit EG nicht parallel, so würde die scheins dare Seschwindigseit des Körpers immer kleiner sere Geschwindigseit des Körpers immer kleiner senn, als GD. Hieraus solgt, daß jeder obere Planet, um die Zeit seiner Zusammensunft mit der Soune rechtläusig ist, und in der Zusammens kunft selbst am schnellsen sortgebt.

2. Wenn in C das Auge und in A der Körperift, diefer in der Zeit t durch AB, jenes durch CD gest, und man zieht DL mit CA parallel, so ift LB = AB — CD die scheinbare Bewegung des Körpers,

vicionis if, weil wir in diesem galle ben Kieper auf die unter MDA (Fig. 16) besindlichen Firsterne beziehn. Die rückläufige Bewegung der uns tern Planeten, sindet also um die Zeit der uns tern Jusammentunft Geatt, und ist ben ihr seihst am gebsten. Geht (Fig. 128) der Körper nach AH, so ist seine scheinbare Bewegung LH — DC + AH, und der untre Planet ist rechtläussig, weil er von L und H zu gehen scheine. Seine Sewegung scheint ben seiner voern Zusams mentunft am geößten zu sepn, wo AH und CD parallel sind.

# Siebzebnter Brief.

Die Gegenscheine der obern Planeten mit der Sonne verdienen mit einer ganz vorzüglichen Sorgs falt bevbachtet zu werden. I Denn es lassen sich aus solchen Bevbachtungen nicht nur die Umlaufsszeiten der Planeten, sondern auch ihre Entsernuns gen von der Sonne bestimmen. Inpiter z. B. kommt alle Jahre mit der Sonne in Segenschein, und es versließen zwischen zweren zunächst auf eins ander solgenden Gegenscheinen ins Mittel ein Jahr und 33 Lage; oder, da das Jahr an 305 Lage halt, 398 Lage; oder, da das Jahr an 305 Lage halt, 398 Lage. Ist also die Sonne in S. (Fig. 18), und Jupiter bep dem ersten Gegenscheine in D, bey dem nächstolgenden in E, so hat die Erde, während der Zeit, daß Jupiter durch den Wintel DSE fortging, nicht nur ihre ganze Bahn

in 3634 Sagen, findern auch noch baju benfelben Bintel ASB in 394 Tagen, Dupchlaufen. fe nun ins Mintel taglic bord 504 Minuten geht, fo legt fie in 33% Lagen 204 Grabe jurud. Co groß ift bemnach ber Bintel D&E, ben Jus viter in 308% Lagen beschreibt. Er gest als 'nach ber Regelbetri burch feine gange Babn von 360 Graben in 4333 Tagen ober in to Jahren weniger 50 Tagen. Gin anderes Benfpiel mag und Mars geben. Er war den 30 Mari 1777, und das nachke Mal:barnach den 12 May 1779, im Geneuscheine mit ber Sonne. Babrend Diefer Beit von 2 Jahren 43 Lagen batte Die Erde zwer Wal ihre Babn und noch in 43 Tagen ben Binfel ASB durchlaufen. Diefer bielt alfo ungefahr 42 Grade, und Mars batte von einem Gegenfcheine bis jum andern 360 + 42 ober 402 Grade in 773 Tagen burchlaufen. Rolglich warde er feine gange Babn, oder 360 Grade, in 690 Tagen burchlaufen, wenn wirflich immer swifden jeden swegen feines nachften Gegenscheine 773 Tage verfibffen.

Bep den untern Planeten muß man die Zussammenfunfte, auftatt der Gegenscheine, beobachs ten, welches um deste leichter angeht, da man diese Gestirne durch Fernröhre auch den Tage neben der Sonne sehen kann. Bon einer obern Zusams menkunft des Merkur i. B. die jur nächstfolgens den verstließen ins Mittel etwas weniger, als 116 Tage. Die Erde geht in dieser Zeit durch 114 Grade ins Mittel. Also durchläuft Merkur 360 + 114 ober 474 Grade in 116 Tagen, folgs lich 360 Grade in 88 Tagen. Man kann aber duch die Umlaufsielt det untern Planeten aus den Bevbachtungen ihrer größten Auswelchungen bes rechnen.

Indeffen tannen bergfrichen Berechnungen nie genau fenn, wenn man nicht folde Beobachtungen, bie Hemlich weit aus einander liegen, mit einans Der vergleicht; weil fomobl die Planeten, als auch idie Erde, bald foneller, bald langfamer, in ihren Bahnen fortgeben. Rimmt man aber gute Beobe achtungen i. B. von Gegenscheinen, Die piele Jahre bon einander entfernt find, und weiß man bereits burch einen angefähren Ueberfchlag Die Bahl ber . Gegenscheine, Die zwischen jenen Beobachtumen enthalten find, fo barf man upr mit Diefer Babl die von einer Beobachtung bis jur andern vem flofine Zeit theilen, um die mittlere Zeit, welche swifden swepen junadft auf einander folgenden Segenfdeinen verfließt, ober das fonobifde Sabr des Planeten fo genau, als miglich, an finden, aus welchem fich nachter die mittlere Ume laufdieit beffelben leicht berechnen laft. \*

Wenn man die Umsaufszeit eines Planeten weiß, so kann man darans auch seine Entsernung von der Sonne sinden. Denn man darf nur am Ansange und am Ende einer solchen Zeit die Richstungen, nach welchen man den Planeten von der Erde sieht, wie auch die Punkte der Erdbahn, in welchen sich alsdann die Erde besindet, genau bes merken. Zieht man nun aus diesen Punkten sene Richtungslinien, so laufen sie in dem Orte des Planeten zusammen, und man sindet daher die Entsernung dieses Ortes von der Sonne entweder durch Zeichnung oder durch Rechnung.

Es fep 3. B. Jupiter (Fig. 19), in ber Riche tung SA im Gegenscheine mit ber Sonne S ges wesen. Die Erbe E sep hierauf burch ben Quas branten ET gegangen, wogu sie ungefahr 91.

Sage Beit braucht, Jupiter aber habe inbeffen ben Binfel ASI gerndgelegt; fo muß biefer an 7% Brade halten, weil Jupiter in etwa 4933 Tagen 360, alfo in or Lagen 75 Grade durchlauft. Die Erfahrung lebet ferner, daß Jupiter, nach einem Gegenfcheine, in gr Tagen ungefabr um 34 Grad ractwarts geht. Bieben wir alfo SB mit TI parallel, fo muß ber Wintel ASB von 24 Braben fepn. Daber ift ber Bintel TIS son er Graben. Denn gieben Sie ID mit AS parallel, so ist offenbar DIS = ASI, und DIT = ASB, weil TI und SB parallel find, also TIS = ASI + ASB = II Grade. Ferner ift AST ein rechter Binfel, weil ET ein Quabrant if, and daber IST = 90° - ASI = 82% Grad und ITS = 86½ Grad. Man hat daber, in dem Drepede TIS, TS: SI = sin. 11°: sin. 86%° = 1:5,2. Benn man alfo bie Ente fernung ber Erde von ber Conne TS in 10 gleiche Theile theilt, fo enthalt IS, die mittlere Entfers nung bes Jupiter von der Conne, 52 folche Theile. -

Den dem Saturn ist unter denselben Umstans den ASI von 3 Graden und ASB, vermöge der Erfahrung, auch von 3 Graden. Also halt TSI 6, und IST, so wie ITS, seder 87 Grade. Man hat daher TS: IS = sin. 6°: sin. 87° = 1: 9,5. Folglich halt die mittlere Entfernung Sasturns von der Sonne 95 solche Theile, deren 10 auf die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne gehn.

Sep bem Mars ift unter benfelben Umffanden ASI (Fig. 20), von etwa 47% Graden. Alleindiefer Planet bleibt nach dem Gegenscheine nur an anderthalb Monate rückläufig, hernach geht er wrenkets, und ist nach or Tagen, schon um GF Grade ins Mittel vorgerackt. Also säute bier SB zwischen SA und SI, und der Winkel ASB häke GF Grade. TIS aber est von  $47\frac{2}{3}$ —  $6\frac{1}{3}$  oder den  $41\frac{1}{3}$  Graden. IST dagegen halt 90—  $47\frac{2}{3}$  oder  $42\frac{1}{3}$  und daher ITS  $96\frac{1}{3}$  Grade. Da nun der Sinus von  $96\frac{1}{3}$ ° so groß ist, als der von  $89\frac{2}{3}$ °, so wied wieder IS: TS — sin.  $83\frac{2}{3}$ °: sin.  $41\frac{1}{3}$ ° — 1.5: 1. Es verhält sich also die mittlere Entsernung des Mars von der Sonne zu der mittleren Entsernung der Erde, wie 15 zu 10.

Sie feben bieraus, wie man im Stande war Die Entfernungen ber obern und untern Planeten bon ber Conne, ober vielmehr ihre Berbaltniffe ju der Entfernung der Conne von der Erde, ju beftimmen, che man noch die mabre Grofe ber lettern Entfernung mußte. Nachdem man fich auf Diefe Urt verfichert batte, bag Die Erde felbft mit unter bie Planeten geboret, fo nahm man an, daß jeder Sauptplanet, fo wie die Erde, fich in einer Durch ben Mittelpunft ber Conne gebenden Ebne um die Sonne bewege. Diefe Boraussetung, welche wegen ber großen Achnlichfeit zwischen bes Bewegung ber Erbe und ber übrigen Sauptrlanes ten außerft mabriceinlich mar, murbe nachber burch die Erfahrung aufs vollfommenfte bestätigt, und feste die Aftronomen in den Stand, nicht nur Die Bahnen der Planeten nach allen ihren Ausmeffungen ju bestimmen, fondern auch Derter Diefer Sterne am himmel im Boraus ges nau ju berechnen.

Da jeder Planet fast allezeit eine gewisse bald nordliche Sald subliche Breite hat, obgleich diese nie über die Grenzen des Thierkreises gest, so

Sbergengte man fich fogleich, baf bie Cone, in welcher er fich bewegt, nicht in die Cone der Effipeit fallen fonne, fondern fie in einer gewiffen geraden Linie durchichneiden muffe. Diefe nanuta man, fo wie ben ber Mondbabn, Die Rnotens linie, fo wie ibre Endpuntte in ber himmlifden Efliptif, wenn man fie fich bis babin verlangert porficute, die Enoten der Manetenbahn. auffteigende Anoten, den man, fo wie bep bem Monde, mit a bezeichnet, ift ber, burd meiden ber Planet von Gaben nach Rorben berg auffleigt, und ber abfteigen be 2 ber, burd welchen fich feine nordliche Breite in eine fübliche verwandelt. Da fomobi bie, Cons ber Planetene bafn, als anch die ber Effiptif, burd ben Dite telpunft ber Sonne geht, fo muß auch Die Ance tentinie jeder Planetenbafin nach Diefem Bunfto gerichtet fenn, und ebenbefibalb ift ibre lage viel fowerer ju bestimmen, als die Lage ber Anotene linie der Mondbabn, welche durch den Mittele punkt ber Erbe gebt. 3mar tonn man bie Beite in welcher ein Planet in feinen Inoten fommte und die Richtung, nach welchen er und alebann erfcheint, wiffen, wenn man ben Planeten um Die Beit, da feine nordliche oder fubliche Breite febr flein ift, und fich julest in Die entgegengesette permandelt, anhaltend und genau beobachtet, weil er im Anoten felbit gar feine Breite bat. Sine beffen laßt fic bennoch and einer folden Besbachs tung die wahre Lage ber, burch die Sonne gebens Den Anstenlinie nicht erfennen. Sefest es fen S Die Sonne (Big. 129), ABFA Die Erdbahn und FSDE Die Anotenlinie irgend einer Planetene bahn, fo laft fich zwar, wenn ber Manet D in feinem Angten und Die Erde in A ift, Der Bintel

SAD burd Berbachtungen beftimmen; will man aber die Lage der Linie FSE wiffen, fo muß man ben Planeten, wenn er wieber in benfelben Rnor ten D fommt, und die Erbe an einem andern' Orte B ift, auf eine abnliche Art besbachten.' Denn da ich die Bestalt ber Erdbahn als bereits Befannt voransfete, fo feben Gie leicht, baf auch in dem Drepecte SAB Die beiben Seiten SA und SB, wie auch ber gwifchen ihnen enthaltne Binkel-ASB, als befannt anzunehmen find. Dieraus aber laffen fic die Bintel SAB, SBA, nebft der Ceite AB finden. 5 Run find die Binfel SAD und SBD beobe actet worden; affo find quo BAD (= SAD-SAB) und ABD befannt. Da man folglich bie dem Drenede BAD alle 3 Bintel nebft ber Seite AB fennt, fo ift es leicht AD und DB'ju findent. Man fennt also nunmehr in bem Drenede SAD oder SBD gwen Seiten SA, AD oder SB, BD und ben mifchen ibnen liegenven Bintel. Daraus laft fic der Wintel' ASD-ober. BSD finden, 5. welcher die Lage ber Anotenfinie gegen SA ober 8B beftimmt. Sft nun CEG ein Theil der bimms lifchen Effiptif, und in C ber erfte Puntt Des Bidbers; fo ift ber Bogen CE ober der Winfet CSE Die aus der Sonne gefebene lange bes Rnos Da die Riefterne unendlich weit von uns entfernt find, fo find die Binien AC, BC, SC als parallel angusehen, und CSE ift = CSA + ASE.

Sat man einmal die Lage der Anotenlinie einer Planetenbahn gefunden, so läßt sich auch die Reis gung ihrer Sone gegen bie Sone der Esliptif bes fimmen. Denn es sen FDE die eine Salfte einer Planetenbahn (Fig. 130), welche sich über die Sone der Esliptif erhebt; und sie in der Anostenlinie ESF durchscheidet. In D besinde sich

Der Planet. Man losse aus D eine senkrechte Linis DB auf die Sone der Ekiptik, und stelle sich durch sie die Ebne DAB so gesett vor, daß FSE auf sie, also auch auf die Linien AB und AD, seuts recht ist, so ist der Wintel DAB der Reigunges winkel beider Sonen. \*) Beobachtet man nun die Breite DGB des Planeten in demselben Zeitpunkte, da sich die Erde in der Anotenlinie, in G, besins det, so list sich aus diesem beobachteten Wintel DGB, und ans dem Wintel BGA, den ich, da die Lage der Knotenlinie bekannt ist, als bekannt voraussetze, dunch eine leichte Rechnung der Wintel DAB oder die Reigung der Planetenbahn finden.

. Die Bahn eines jeden Planeten fallt alfo gur Dalfte über und und gur Balfte unter bie Ebne De Effiptif, und feine gange und Breite ift entwes ber beliezentrifd ober geogentrifd, nach bem man ibn entweber aus bem Mittelpunfte ber Sonne ober der Erde betrachtet, und auf die Effine tif redugire. Go. ift, wenn fich die Erde in B. befindet (Aig. 120); und in C ber eufte Punft ibes Widders ift, CSB die heliogenerische länge oder die Sonnenlänge der Erde; CBG aber + 180 Grade ift Die genzentrifde lange ober bie Erblange ber Conne. Denn wir feben aus B Die Sonne 8 nach ber Richtung BSH, und H. ift von G um 180 Grade entforms, da GSH eine gmabe Unie ift. Wenn aber (Sig. 130), in D ein Manet in H die Erbe, in S Die Sonne und DB auf Die Cone Der Effintif fenfredt, &C aber und HC nach dem erften Punfte des Bid. bers gerichtet ift, so wird CSH + HSB die

<sup>&</sup>quot;) III. Band Cinleitung 137.

Sonnenlange, DSB die Sonnen breite: CHI + IHB die Erdlange und DHB. die Erdbreite Des Planeten, welche lettre wir auch folechtmeg. feine lange und Breite nennen. SD ift Die Ente fernung des Planeten von der Sonne und SB: feine redugirte ober bertargte Entfernang (distantia curtata). Man fam aber aud die Lange eines Planeten auf feine einne Babn beziehn. Dan fellt fich in biefem Ralle die Ebne ber Babm bis an die Kirsterne verlängert vor, wo sie den Dimmel in einer ber Eflintif abufichen Rreislinia Burchichneibet. Anf Diefer Linie, Deren Salfte EcP vorfiellen mag (Kig. 129), nimmt was aus Dem Knoten E, Ec = EC, und macht Diefen Puntt c jum Unfangspunfte, ben welchem man Die Sonnenlange Des Planeten in feines Babn ju jablen anfangt. So ift cSE + ESI Die gange Des Planeten I in feiner Babn. man aber bon ber eigentlichen efliptifchen Connens lange eines Planeten Die abnliche Gonnenlange feis nies Anvrens ab, fo bleibt ein Bogen abrig, ben man das Araument feiner Breite wennt. gesner heißt (gig. 130) der Winkel SHB der Binfel an ber Erbe ober ber Elangation & wintel, und HSB der Bintel an der Conne ober ber Rommutagionswinkel Bener if ber Unterfcbieb ber Erblange bes Planeten CHB und ber Sonne OHS; diefer ber Unterfchies ber Sonnenlange bes Blaneten CSB und ber Erda CSH. Der Bintel SBH ift Die Parallere Det Erdbabn. 5 ...

#### Anmerfungen.

1. Die Zeit des Gegenscheins der Planeten pflegt in den aftronomischen Kalendern allegeit ber

mertt ju werben, bamit man verfchiebene Bachte porber und nachber binter einander ben Durchs gang ber Blaneten burd Die Rittageflache genau benbachten fonne. Durch Diefe Beobachtungen beg fimmt man die Abweichung (3 Brief), Die Unters foiede in der geraden Auffteigung (3 Brief) und Darans Die Lange Der Planeten (5 Brief 1 Anmert.). So bald die lettre 180. Grade von der lange der Soune verschieden ift, fo befindet fic der Planet in feinem Begenscheine. hat man aber auch ben Planeten in Diefem Angenblicke nicht beobachtet, fo weiß man bennoch, wie viel feine gange in 34 Stunden por und nach dem Segenscheine jugenome men bat, und fann baraus leicht nach ber Regele Detri den Zeitpunft berechnen, ba er wirflich Segenscheine mar. Den Unterfchied ber geraden Auffteigungen findet man bermittelft einer recht anten Ubr und fann baber die gerade Anfficigung felbft får jeben Stern beftimmen, wenn bie eines einzigen Sanpegeftitns genau befannt ift. Indeffen muffen die Besbachtungen ber Durchgange burch ben Metidian, jur Beftimmung ber Unterfciebe ber geraben Auffleigung, mit ber angerften Gei panigfelt gemacht werben, ba ein Rebles son 4 Gefunden Boit, einem Jerthum von einer gangen Minute in ber geraben Auffteigung vermfacht. Die gerade Auffteigung ber Coune laft fich aus ihrer beobachteten Abmeichung mit ber gebörigen Benauigfeit nicht ficher berechnen, als um Die Beit der Rachtgleichen, wo fie ibre Ubweichung taglich 23 bis 24 Minuten anbert. Um wenigften muß man bergleichen Berechnungen um bie Beit ber Sonnenwenden tranen, wo oft in 34 Gunden in der Abweichung der Sonne laum ein Unterfdied bon 4 bis 5 Minuten ift. Sat man aber einmat

auf legend eine Art durch bie gerade Auffleigung der Sonne die einiger der vornehmfien Firsterne genau und sicher bestimmt, so läst sich hermach durch diese die gerade Aufsteigung eines jeden ans bern Gestins sinden.

- 2. Zu diesen Berechnungen muß man sich der Fermel  $\frac{Tt}{T-t}$  bedienen, die ich sben erwiesen habe (7 Brief 1 Anm.). Ist 3. B. T das Sternjahr des Saturn, t das Sternjahr der Erde, so wird Tt: (T-t) dem spnodischen Jahre des Saturn gleich. Ist dieses also bekannt und = S, so erhält man  $T = \frac{St}{S-t}$ . Es ist aber S = 378 Tage a Stunden 8 Minuten 8 Sekunden = 32666888
- Stunden 8 Minuten 8 Sekunden = 32,666888 Sekunden, und t = 365 Tage 6 Stunden 9 Mis nuten 11,6 Sekunden = 3155815126 Sekunden, also S—t = 1108736,4. Rach diesen Angaben sindet man T = 10761 Tage 14 Stunden 39 Minuten 15 Sekunden und dieses ist das Sterns jahr des Saturn. Sein tropisches Jahr ist mas türlich kleiner, wegen des Verrückens des Rachts gleichen, welches man besonders berechnen muß.
- 3. In jedem Orenecke ASB von welchem 2 Geiten AS, BS nebst dem dazwischen liegenden Winkel S, gegeben sind, ist AS + BS: BS AS = tang. (½SAB + SBA): tang. (½SAB ½SBA). Hat man nun auf die Art die halbe Summe und den halben Unterschied der Winkel A und B, so erhält man, wenn man beide addirt, den größern, und wenn man eins von dem andern abzieht, den kleinern Winkel. Denn überhaupt sen x + y = a und x y = b. Addirt man beide Gleichungen, so wird 2x = a + b und x =

 $\frac{a+b}{2}$ , also die größere Größe dem halben Unterschiede und der halben Summe beider Größen gleich. Zieht man die zwente Gleichung von der ersten ab, so wird 2y = a - b und  $y = \frac{a-b}{2}$ , also die kleinere Größe der halben Summe, weniger dem halben Unterschiede beider Größen gleich. Hat man aber alle Wintel im Drepecte ASB nebst 2 Seiten, so ift es leicht die dritte AB zu sinden.

Um fic aber von bem obenangeführten Gage in überzeugen, nehme man das Drepeck SAB (Fig. 131), Deffen 2 Seiten AS, SB nebft bem Bintel S gegeben find, beschreibe aus bem Mittels puntte S mit bem Salbmeffer SA einen Rreis, verlangere BS in D, und giebe DA, AE, wie and EF auf AB mit DA parallel; so ift DB  $(\equiv DS + SB) \equiv AS + BS \text{ unb } EB (\equiv SB)$ - SE) = BS - AS. Da ferner das Drepect ASE gleichschenklig if, so ift SAE = SEA. Aber SEA ift, als der außere Wintel bes Drepeds AEB, = SBA + EAB. Ulfo if and SAE = SBA + EAB und EAB = SAE - SBA alfo 2EAB=SAB-SBA und EAB = ISAB - I SBA. Rerner ift DSA, als der außere Winfel des Dreyecks SAB, = SAB + SBA, Da nun der Wintel DEA halb so groß ift, als DSA, so ift DEA = I SAB + I SBA. Beil aber DA nnd EF patallel find, fo ift DA : EF = BD: Run find DAE, AEF rechte Bintel. Daber wird AD: AE = tang. DEA: 1 und AE: EF = 1: tang. EAB; also tang. DEA: tang. EAB = AD : EF = BD : BE. Gest man nun die gefundenen Berthe, anfatt DEA, EAB, BD und BE, so erhalt man splents tang.  $(\frac{1}{2}SAB + \frac{1}{2}SBA)$ : tang.  $(\frac{1}{2}SAB - \frac{1}{2}SBA) = AS + BS:BS - AS$ .

4. Es ist namlich: DB: BG = tang. DGB: I, weil GDB ein rechter Winkel ist. Herner ist BG: BA = 1: sin. BGA, weil ben A ein rechter Winkel ist. Endlich hat man BA: BD = 1: tang. BAD, weil auch ABD ein rechts winkliges Orwieck ist. Sest man nun alle diese Berhältnisse zusammen, so erhält man BD: BD = tang. DGB: sin. BGA. tang. BAD. Dahee wird tang. BAD =  $\frac{tang. DGB}{sin. BGA}$ 

5. Dusch ben Wintel an der Erde und an der Sonne icht sich die Erdbreite eines Planeten in seine Sonnenbreite verwandeln. Denn es ist SB: BD = 1: tang. DSB (Sig. 130), und BD: BH = tang. DSB: 1, also SB: BH = tang. DHB: tang. DSB. Da sich nun SB: BH auch wie sin. SHB: sin. BSH verhält, so wird sin. SHB: sin. HSB = tang. DHB: tang. DSB, where der Sinus des Wintels an der Erde verhält sin die Tangente der Erdbreite jur Tans gente der Sonnenbreite des Planeten.

So ift auch dem rechtminkligen Drepecke DSB,  $8B:SD = \cos DSB:1$  oder die reduzirte Entfernung des Planeten verhält sich jut mahren, wie der Kosinus seiner Sonnenbreite jum Sinus totus.

In dem sphärischen rechtwinkligen Drepede FOW (Fig. 115), ist cos. FW =  $\frac{\cos. FO}{\cos. OW}$  (5 Beief. a' Anm.). Grellt nun AFB bie Effiotif eines Planeten, ober ben großten Rreis, in wels dem die Cone feiner Babir Die Dimmelstugel burchs foneibet; und DE Die Effintif det Erbe vor; fo ift F ber Rnoten, FW bas Argument ber Breite, OW die Sounenbreite und FO ber Theil 'der Sonnenlange Des Platteten'in feiner Babn, ber jwie fchen ibm und feinem Austen flegt. Dan erhalt alfo ben Rofinus Diefes Theils, wenn man ben Ros finns bes Arguments ber Breite mit bem Roffnus feiner Connenbreite muftiplfrirt. Daber fann man Die eigentliche Sonnenlange eines Plaueten, Die fich allemal auf Die Effiptit Begiebt, auf Die Connens tange in feiner Bahn redmiren, wenn man von ibr bie gange bes Rnotens abgiebt, um fo bas Mrs gument ber Breite gu erhalten. Ans Diefem ber rechnet man, wie ich gezeigt habe, ben Theil ber Lange in ber Bubn, ber gwifden bem Planeten and feinem Rnotens liegt und adbirt ju tom bie gange bes Rnoten EO ober Ec (Rig. 129). Die Summe giebt die gange bes Blaneten in feiner Babn.

## Achtzehnter Brief.

Wenn man die Umlauftzeit eines Planeten weiß, so ist man im Stande alle Ausmeffungen der Sahn desselben um desto genauer zu bestimmen, je richt tigere und genauere Kenntnisse man von der Bes wegung der Erde um die Sonne hat. Denn es sep (Fig. 132) S die Sonne, A die Erde und SAD der Unterschied zwischen der Erdlange der

Sanne S und irgend eines Planeten D. Gind namlich SC und AC nach bem erften Phutte bes Bidders gerichtet, fo find beide Linien parallel und CAD ift die gange des Planeten CAS aber die gange der Sonne. Da nun CAD = CAS + SAD if, so wird SAD = CAD -CAS; und D ift ber auf die Cone der Effintif redugirte Ort Des Planeten. Rachdem Diefer nun einen gangen Umlauf geendigt. bat, fo wird fich wiederum fein redugirter Ort in D befinden. Bes fest die Erde fen aledann in B, von wo man Den Planeten abermals besbachtet; fo find in dem Drepecte ASB, wie ich aus der Theorie der Erbe voraussege, Die Seiten AS und SB, nebft bem Wintel ASB genau befannt, und es laffen fic Daber die Winkel SAB, SBA nebft ber Geite AB hieraus genau berechnen. \*) Dadurd bat man, in dem Drevede ADB, die Seite AB nebfe den Binkeln DAB, DBA, indem man, um die' lettern ju erhalten, von den beobachteten Winkeln SAD, SBD nur bie berechneten SAB, SBA abziehen barf. Alfo ift es leicht, Die Seiten AD und BD ju berechnen. Sat man aber Diefe, fo ift in dem Drepecte SAD der Binfel SAD durch Beobachtung, nebft ben zwepen Seiten AS und AD durch Berechnung, befannt. Man findet alfo leicht SD und gwar auf eine boppelte Art, durch das Drepect ASD namlich und burch SBD, wie auch die Minkel ADS und BDS.

Der Wintel SAD oder SBD ift der Wintel an der Erde, und ASD oder BSD der Wintel an der Sonne. Durch diese Wintel läßt sich also die von der Erde beobachtete Breite des Planeten

<sup>\*)</sup> Man febe bie 3 Anmert. Des 17 Briefes.

in die Congenhreite verwandeln. \*) Eben fo bient der Binfel an der Conne A8D oder BSD, um Die Connenlange Des Planeten gu bestimmen. Denn biefe # = GSD = CSA H ASD. Man, ets balt aber QSA, wenn man die aus der Erde A gefebene Lange ber Conne CAS pder GSE von 180 Graben abriebt. Die Sonnenlange Des Blas neten tann. man auf feine Babn redugiren, beren Anoten man fennt; und aus der redugirten Ente fernung bes, Planeten SD faßt fich leicht. Line mabre Enefemung von der Conne berechnen. Auf Diefe Att fann man, menn man eine große Menge genauer Beobachtungen ber Planeten vere aleicht, Die Langen berfelben in ihrer Babn nebft ibren wabren Entfernungen ben der Comme finden. und ihre Babnen fo jeichnen, baf man baben bie mittlese Entfernung der Sonne von ber Erbe jum Maskabe annimmt. Thut man aber diefes, fo fiebt man augenscheinlich, bag bie Babnen ber Dlas neten feine Rreife find, man mag nun die Sonne in ibren Mittelpunft, ober außer ibn , fegen.

Repler bemerkte dieses zuerst ben dem Planeten Mars, deffen Bahn vorzüglich start efzentrisch ift. Wiederholte genaue Untersuchungen des Laufs dieses und der übrigen Planeten bewogen ihn überhaupt anzunehmen, daß jeder Planet in einer Ellipse um die Sonne laufe, in deren einem Brennpunkte Ffich die Sonne befindet (Kig. 22); und daß die Zeit, in welcher er einen gewissen Bogen seiner Bahn, z. B. DE, durchläuft, sich allezeit, wie die elliptische Fläche DFE, verhalte. Die Erfahrung bat diese Replerische Theorie nachher so deuts

<sup>\*)</sup> Dan febe bie 5 Anm. bes 17 Briefes.

<sup>\*\*)</sup> Pan febe bie 5 Aum, Des 17 Bricfes.

lich befraftigt, daß heutzntage fein Sternfundiger weiter ihre Richtigfeit bermeifelt.

Sebe Planetenbabn (Sig. 22) hat bager, als eine Elipse, eine große Ure AB, welche man Die Apfibenlinie neunt; well die Punfte A und B Die Apfiden beifen. In dem einen A ift ber Blanet in feiner Sonnennabe (Perihelium), in dem anbern B in feiner Sonnenferne (Aphe-Benn aber C ber Mittelpwaft ber El. lipfe ift, fo beift CF Die Efgentrigitat, und ein Reris, ber ans C mit bem Salbmeffer CA ober CB befdrieben wird, ber eftentrifde Areis ber Planetenbahn. Die gerabe Einie FD. welche, wenn in D ber Planet ift, Die Mittels punfte ber Conne und bes Planeten vereiniati beift ber gabrer (tadius vector). Stellt man Ach vor, daß ber Planet fie, mabrend feines gans gen Umlaufe, immer mit fich führt, und bag fie fo wachft und abnimmt, wie bes Planeten Entfere nung bon ber Conne, fo verbalt fic ber Raum, Den Diefe Linie befcbreibt, immer wie Die Beit, in welcher ber baju geborige Bogen durchlaufen mirb. Die Bewegung eines jeden Planeten in feiner Babn ift baber jederzeit mehr oder weniger ungleichfors mig, am geschwindeften in ber Sonnennabe, und am langfamften in der Sonnenferne. Denn wenn BE und AD gleiche Bogen find, fo feben Gie leicht, daß der Ausschnitt EFB großer ift, der Ausschnitt AFD. Also ift auch die Zeit durch BE größer, als die durch AD, weil fich die eine jur andern, wie der eine Ausschnitt jum andern verhalt, und ber Planet geht folglich in BE lange famer, wie in AD. Ueberhaupt richtet fich die Beit, in welcher ein Planet einen gewiffen Bogen feiner Babn befdreibt, weber nach ber Brafe Diefes Bogene,

Bogens, noch des Winkels, den zwep aus seinen Endpunkten an die Sonne gezogene gerade Linien mit einander machen, sondern bloß nach' dem elliptischen Ausschnitte, der zwischen diesen Linien liegt.

Die Aftronomen feben ben Zeitpunft, ba ein Planet in feine Sonnenferne fommt, als ben Ans fang feines Umlaufs an, und festen baber gembons lich vorans, daß die elliptischen Ausschnitte, wos burd ble Beiten feiner Bewegung gemeffen werden, in Der Sonnenferne anfangen. Benn ADG (Rig. 133), Die balbe Babn eines Planeten, AG ibre große Are, C ibr Mittelpuntt, F ibr in Die Conne follender Brennpunft ; und ABIG ife balber efgentrifder Rreis, ber Planet aber aus feiner Connenferne A bereits bis D fortgelaufen ift, fo beift ber Binfel AFD feine mabre Anos melie (anomalia vera seu coaequata). Bicht man burch D bie BE auf AG fentrecht, wennt man ben Binfel ACB die efgentrifde Anomalie. Stellt man fic aber gleichfam einen erbichteten Planeten por, ber gang gleichfbrmig in ebenberfeiben Beit burch ben efgentrifchen Rreis lauft, in welcher ber wirfliche Planet burch feine Babn gebt, und befindet jener fich in I. indem Der wirfliche Planet in D anfommt, fo verhalt fic ber Bogen Al ju feinem gangen Umfreife von 360 Staben wie die Beit, in welcher ber wirts fice Bianet aus A nach D gefommen ift, ju ben Beit foines ganten Umlaufs. Man nennt Diefen Bogen, ober ben bagu gehörigen Bintel ACI, Die mittlere Anomalie, und Sie feben leicht, Daß fie fich allemal, fo wie der elliptifche Auss fouitt AFD, verhalten muß. Der Unterfcbied swifden ber mittleren und mabren Unomalie beißt

Die Sleichung Des Dittelpunfts (aequatio centri. Prostaphaeresis). Der Mintel CLF ift Diese Gleichung, weil die mittlere Anomalie ACI, als der außere Wintel des Drepects CLF, Der Summe Der Winfel CLF und CFL gleich, Der lettre aber die mabre Anomalie iff. Planeten um Die Beit ihrer Sonnenfernen laugfam, und um die Beit ber Connennaben, gefcwinde fortgeben, fo lagt fich leicht begreifen, bag Unfangs wenn ber Planet aus A nach ber Ordnung ber Beichen fortgebt, ACI immer größer, bernach aber, in ber andern Salfte feiner Babn, immer fleiner fenn werde, als AFD. Denn wenn Sie fich vor ftellen, daß die Linien FD und CI fich jusammen. fo breben, bag fie beibe jugleich in ber Connems nabe und bernach wieder jugleich in A antommen, fo feben Gie beutlich, bag burch ben halben Rreis ABG ber Wintel ACI ber außere und großere, bernach aber burd ben andern halben Greis ber innere und fleinere, in Unfebung bes Bintels AFD, fenn muffe. Daber ift die Gleichung Des Dittelpunfts in den erften feche Beichen, von bet Connenferne bis jur Connennabe, immer negatip, und in ben letten feche Beichen pofitiv. 7

Wenn man den wahren Ort eines Planeten berechnen will, so muß man zuerst seinen mittles ren Ort suchen. Daher sind die mittleren Und malien der Planeten bep dergleichen Rechnungen ganz unentbehrlich. Die Aufgabe: aus der mitts leren Anomalie eines Planeten seine wahre Und malie zu finden, oder, welches ebendasselbe ist, aus der Zeit, die von dem Augenblicke, da en durch die Sonnenferne ging, die jest verstrichen ist, den wahren gegenwärtigen Ort dessehen in seiner Besn

ju befimmen, nennt man die Replerifche Aufgabe. Ihre Aufibsung ift mit vielen Schwierigkeiten verskandet, und die Aftronomen behelfen fich daben, so in vielen andern Fällen, mit Bersuchen und Raberungen.

Außer bem Zeitpunfte, ba ein Planet burch feine Sonnenferne ging, ben man ale Die Epoche von welcher man feine mittlere Bes wegung ju rechnen aufangt, und außer Den Geschwindigfeit beffelben, Die manaus feiner Umfaufezeit bestimmt , muß noch bie Efgentrigitat und Reigung. feiner Babn, wie auch die lage ber Apfiben und ber Rnotenlinie nothwendig miffen, wenn man fich in ben Stand fegen will, feinen lauf gebotig ju ber rechnen. Man nennt diefe Stude die Elemente feiner Bahn, weil fie, um die lettere volltome men zu bestimmen , wefentlich und unentbebrlich find. Die Lage ber Aufiden und den Durchgang Des Planeten burch fle, fann man, fo wie auch bie Efgentrigitat, aus der größten und fleinften Bes fdwindigfeit bes Planeten in feiner Babn finden, wenn man ibn baufig und genau beobachtet, Die Besbachtungen, die fich aber febr nabe, und bochftens nur etwa um den 500ften Theil der einander entfernt fenn gangen Umlaufszeit von muffen, auf die Babn beffelben gurudbringt. Sø fieht man, wenn er in feiner Babn am gefdwindes ften und wenn er am langfamften fortgegangen ift, wenn er alfo in ber Sonnennabe und in ber Sonnenferne war. Das Berhaltnif aber feinen größten und fleinften Gefdmindigfeit giebt die Efgens trigieat feiner Babn; nur muß man baben nicht vergeffen, daß die beobachteten und redugirten Ranme ber Befdwindigfeiten bloge Binfel find.

Uebrigens find die Aftronomen gewohnt, die halbe große Are jeder Planetenbahn durch x; die fleine Are aber und die Efgentrigität durch einen Bruch, Der fich auf jene Einheit bezieht, auszudrücken.

Wenn man die Umlaufdieit eines Planeten und alfo feine mittlere Gefdwindigfeit fennt, fo find bren gute Beobachtungen, befonders wenn zwen um Die Beiten ber mittleren und eine um Die Beit ber ardeten ober fleinften Entfernung bes Planeten von ber Conne, gemacht worden find, binreidend, um die gange Sabn des Planeten ju bestimmen. vergleicht namlich Die mabren Geschwindigfeiten bes Planeten swifden ben Bevbachtungen, ober Die Minfel, burch welche er von ber einen bis jur ane bern wirflich gelaufen ift, mit feiner mittleren Bes ichmindigfeit, ober mit ben Bogen, die er in bens felben Zeiten batte burdlaufen muffen, mit feiner mittleren Gefdwindigfeit fortgegangen mare. Bernach fucht man die Efgentrigitat und die Lage ber Aren einer Ellipfe, in welche Diefe Bers baltniffe ber mabren und ber mittleren Gefdmins Digfeit paffen. Quch bier behilft man fich mehrens theils mit Raberungen und Berfuchen, indem man Anfangs die Lage ber Apfidenlinie und Die Efgens trigitat bloß mabriceinlich beftimmt, nachber Die mabre Anomalie, Diefer Borausfegung gemäß, in Die mittlere verwandelt, und fie mit den mittleren Gefdwindigfeiten Des Planeten vergleicht. fo fieht man leicht, ob und wie man geirret bat, und tann dem ju Folge fich der Mahrheit, burch neue Borausfegungen, immer mehr nabern.

Ueberhaupt hat die Aftronomie durch Replets große Entdedungen eine gang neue Geftalt gewonnen, und man ift jest im Stande durch fie aus einigen

wenigen guten Besbachtungen, Die gange Babn eines bimmlifden Rorpers viel genquer ju bestims men, als es vardem felbft burch eine große Menge Derfelben nicht möglich mar. Auch Die Erbe bes wegt fich in einer Ellipse nach bem Replerischen Ges febe um Die Sonne, und es ift verzüglich piel baran gelegen, ihre Babn mit ber außerften Gorgfalt und Genanigfeit ju unterfuchen, weil die beobachs teten langen und Breiten ber Seftirne unmöglich richtig auf ihre Sonnenlangen und Sonnenbreiten gedugiet werden fonnen, wenn die Ausmeffungen der Erdbahn nicht aufe allergenanefte bestimmt find, fo baf man fagen tann, bag unfere Rennts niffe von den Sewegungen der himmlifden Rose per um desto zuverlässiger sind, je genauer wir Die Bewegung ber Erbe um Die Sonne fennen.

Wenn man weit von einander entfernte Beobe achtungen ber Sonnenfernen, und ber Langen, welche die Sonne in dem Augenblide hatte, da Die Erbe am weiteften von ibr mar, mit einander vergleicht, fo findet man, bag bie Apfiden der Erbbahn, nach ber Ordnung ber Beiden, alls mablic vormarts rucken. Bum Theil ift biefe Bewegung mobl nur fceinbar und bem Borracten ber Rachtgleichen jugufchreiben, burch welche anch Die lange ber unbeweglichen Birfferne vermehrt wird. Allein bennoch fceint bas Borrucken ber Apfiden der Erde etwas größer ju fenn, als daß men es gang allein bem Rudgange ber Racht, gleichungspunfte jufchreiben fonnte, wiemobi fich. ans Mangel alter guter Beobachtungen, nichts Buverläffiges bierin bestimmen läßt. Man fest indeffen gewöhnlich bas Borracten ber Apfiden ber Erbe, in Beziehung auf Die Punfte ber Rachte gleichen, auf I Minute 4 bis 6 Gefunden fabre

sich, und in Beziehung auf die Kirkerne auf r35 bis 17 Sekunden. Nach der Rewtonschen Theorie beträgt es nur 6 Sekunden 55 bis 57 Terziem jährlich. Die Sonne braucht also, um aus der Erdserne wieder in dieselbe zu kommen, mehr, als ein tropisches Jahr, ja selbst mehr, als ein Sterns jahr, Zeit. Delalande seht diese Zeit auf 365 Tag 6 Stunden 15 Minuten 20 Sekunden und man nennt sie das anomalistische Jahr, west die Erde, nach Ablauf dieses Jahres, wieder dies selbe mittlere Anomalie erhält, die sie im Anfange desselben hatte.

Auf eine abnliche Art ruden auch die Apfiden aller übrigen Planetenbahnen fehr langsam vors wärts, so wie die Anoten derselben rudwärts. Wan kann diese Bewegung der Apfiden, in Anssehung der Firsterne, als eine, besonders durch die Beobachtungen des Mars, unleugbar bestätigte Chatsache ansehen.

#### Man mertnystu.

(Mig, 120) einer Elipse aus ihrem Mittelpunkte C einen Kreis beschreibt, und aus irgend einem Punkte G die Linke GH durch die Ellipse in I auf AB fentrecht zieht, so verhält sich allezeit GH zu IH, wie die große Are der Ellipse a zu der kleis nen b (Brief 7 Anmerk. 2). Ift nun gh der GH unendlich nabe, so kann man GghH, IihH als Rechtecke ansehen, weil wirkliche Rechtsecke von der Ihre GH, IH nur unendlich wenig von diesen Streischen verschieden senn warden. Miso verhalten sich auch diese Sevelschen Gh, Ih wie a zu b. Wan kann aber offenbar den

gangen Raum BGH, BIH in gleich viele foll de Streifchen gerlegen. Alfo verhalten fich auch Diefe Raume wie a : b. Eben Das fann man von den Raumen GECH, IMCH fagen. in bemfelben Berhaltniffe. Ja bie gange Alache des Rreifes ADEB verbalt fich jur gangen ellips tifchen Alace wie a : b. Ran verhalten fic die Rreisfiaden wie die Quadrate ihrer Durchmeffer. Datte alfo ein Rreis eine ber eliptifchen vollig gleiche Rlache, und mare fein Durchmeffer d., fo maste fic a2: d2 = a: b verhaften, weil bet Durchmeffer bes Rreifes ADGB, a ift. In Dies fem Ralle namlich warde die Rreisfläche ADGB fich zu ber elliptifchen bollig eben fo verbalten, ale in der Rreisfläche des Durchmeffers d (Einleit. 116 III. Sand). Also if  $d^2 = \frac{a^2b}{a^2} = ab$ , und

d = Vab oder der Durchmeffer eines ber Elipfe gleichen Rreises ift die mittlere geometrische Prosporzionallinie zwischen der großen und der kleinen Ape der Elipse (Sinl. 44 III Band).

Stellt man sich also aus dem Brennpunkte F (Fig. 134), einer elliptischen Planetenbahn, mit einem Durchmesser FB oder FD, der die mittlere Proporzionale zwischen den Aren jener Bahn ist, einen Areis beschrieben vor, so wird dieser die Ellipse in zwezen Punkten B und D durchschneis den, und seine Fiace der elliptischen Flace gleich seyn. Sewegt sich nun ein Punkt ganz gleichster mig im Umsange dieses Areises, und durchläuft er ihn genan in derseiben Zeit, in welcher der Mitstelpunkt des Planeten seinen Umtauf endigt, so hat er offenbar die mittlere Geschwindigkeit des Planeten, und jeder Bogen DH, den er in einer gewissen Zeit durchtauft, verhält sich zum ganzen

Umfreise von 260 Graben, wie jene Zeit zu ber pangen Umlaufdeit. Gefest e liege unenblich nabe an D, und Fe durchschneide Die Ellipfe in d, fo verbalt fic bie unendlich fleine Beit t. in welcher der Punte ben Bogen De bnechlaufe, ju der gangen Umlaufsjeit T, wie De ju 360 Gras ben, oder, welches einerley ift, wie ber Ausschnift De ju ber gangen Preisfläche, Rommt aber Der Mittelpunft bes Planeten nach D, fo lauft er durch Dd in einer Zeit m. die fich zu feiner ganjen Umlaufigeit, wie ber Ausschnitt DFd ju ber gangen elliptifchen fliche verhalt. Da mun ed nur ein unendlich fleiner Theil von Fd ift, to fann man ihn als Richts ansehn, wenn Fe and FD nur nobe genug an einander liegen. In diesem galle also ift De = Dd, und DFd = DF e. Da es uns nun fren fteht, Fe so nabe an FD und vorzustellen, als wir mollen, und auch die Umlaufszeiten von beiden Seiten gleich And, fo folgt, daß ber Planet in B und D feine mittlere Sefdwindigfelt bat und t = m ift. Unter Diefen Punften, im Bogen BGD, ift feine Befcmindigfeit allenthalben größer, und über B und D, im Bogen BAD, ift fie allenthalben fleiner, als die mittlere. Jeber Winfel AFM im obern Theile ber Ellipfe wird langfamer bes fcrieben, als ein gleicher Binfel HFL im Rreife, weil der Ausschnitt AFM, also anch die Zeit Durch AM, großer ift, als ber Ausschnitt HFL und die Zeit durch HL. 3m untern Theile ber Ellipfe verhalt fic bagegen Die Sache umgefehrt, weil bier die Ausschnitte bes Rreifes größer find, als die der Ellipfe.

Wenn alfo ein Planet (Fig. 133), and feiner Sonnenferne A fich ju bewegen anfängt, fo if

Anfangs feine mittlete Anomalie ACI immer großer, als die wahre AFD, und der lleberfouß Der erftern über Die lestm, oder Die Gleichung CLF. nimmt taglich mehr ju, weil ber mabre Planet immer fortfabrt fich langfamer ju bewegen, als der erdichtete. Dies bauert, bie jemer in It anfomme, wo fein Rabrer FH Die mittlere Bros portionale swifden den Aren der elliptifden Babn ift. Bon bier an wird die Gefchwindigfeit bes mabren Planeten größer) aleiges erbichteten e und wachft immer mehr, fo, daß : FLC immer mebr abnimmt. Alfo ift in H die Gleichung bes - Mits telpunfts am größten. In G ift fie = o, und in der andern Salfte der Ellipse minimt der Weberfanf ber wirflichen Gefdmindigfeit über Die mitte Lere, alfo and die Gleichung, die aber bier nes gatio ift, immer mehr ju, bis ju einem Puntte, ber H gegen über liegt, und eben fo weit von F abftebt, Sier ift bie Bleichung wieber am größten; weiterbin nimmt fe immer mehr ab, und verfchwindet julest in A gang.

Die beiden Punkte der größten Gleischung des Mittelpunkts laffen fich durch baufige Beobachtungen ziemlich genau bestimmen. Denn sie liegen da, wo ein Planet sich mit seiner mittleren Geschwindigkeit bewegt. Die Aftronomen brauchen sie vorzüglich zu einer genauen Bestims mung der Etzentrizität der Planetenbahnen.

2. Man sucht gewöhnlich juerst die etzentrische Anomalie aus der mittlern auf folgende Art. Zus erst ist die mittlere Anomalie ACI (Fig. 133), oder vielmehr der Ausschnitt ACI jum ganzen etzentrischen Kreise, wie der Bogen AI zu 360. Eben so derhalt sich aber guch der elliptische Auss

schnitt AFD jur ganzen elliptischen Mache. Da nun die Areissläche sich zur elliptischen, wie ich in der ersten Anmertung gezeigt habe, wie a: b verhält, so mussen auch die Ausschnitte ACI und AFD sich wie a: b, oder wie die elliptischen Aren, verhalten.

Beiter verhalten sich auch die Abschnitte ABE und ADE, wie ich in der ersten Anmertung ges zeigt habe, wie a: b oder wie BE: DE, und die rechtwinstigen Derpecke EBF, EDF sind im demseiben Berhaltnisse. Daber ist auch die Sinde AFB zur Fläche AFD, wie a: b, und alfo-ACI = AFB.

Bon biesen seiden gleichen Raumen nehms man ACB weg, so bleibt BCI = BCF. Rau verlängere BC und ziehe FO auf sie senkrecht, so ist das Drepect BCF = ½BC.FO, und der Ausschnitz BCI = ½BC.BI (III. Band Einl.). Also ist der Bogen BI der geraden Linie FOgleich.

Um nun diese beiden Linten vergleichen zu tons nen, verwandelt man die Etzentrizität CF in einen Bogen, welches leicht angeht, da man sie in einem Bruche ausgedrückt kennt, dessen Einheit CA ist, und CA die Länge eines Bogens von 57 Graden 17 Minuten 44/8 Sekunden des etz jentrischen Kreises hat (III. Band Einleitung 124). Mun kennt man AI aus der Zeit, die seit dem letzten Durchgange des Planeten durch seine Sons nenserne A bis zu seiner Ankunft in D verstossen ist. Man nimme also AB etwas kleiner; als AI und da der Winkel FCO = ACB ist, so bereche net man nach dieser Boraussehung zum: Bersuche FO aus CF, indem man letzteves mit sin. ACB vermehrt. Run sieht man zu, ob FO so groß

wird, als BI nach der Annahme seyn muß. Minibet dieses nicht. Statt, so steht man wenigstens
gleich, ob man AB zu groß oder zu klein anger
nommen hat. Man probirt daher auss neue und
sept das so sange sort, die FO durch die Rech;
nung in Graden, Minuten und Sesunden eben so
groß wird, als AI — AB nach der Annahme.
Hat man dieses erlangt, so ist AB richtig bestimme,
und man kennt nunmehr die eszentrische Aomalie
ACB.

ilm aber aus der elzentrischen Anomalie ACB die wahre AFD zu finden, beschreibe man (Zig. 135) aus F durch D einen Kreis, der in III die große Are durchschneidet, und ziehe BG und DH. Rennt man nun die große Are der Elipse a, die kleine b, so ist FD = ½ a + 2CE.FC and FC = ½ \( (a^2 \leftarrow b^2) \) (7 Brief s. Anna.), Run ist HE = FD + FC + CE = ½ a + 2CE.FC + FC + CE = ½ a + 2CE.FC + FC + CE = ½ a + CE), anna GE = ½ a + CE), so wird HE: GE = x + 2FC; a. Berhindet man mit dieser die Proposezion: BE: DE = a; b, so wird HE. BE: GE, DE = a + 2FC: b.

Mbet dieses Berhaltniß ist auch = VFA: VFG. Donn FA ist = ½ a + TC und FG = ½ a — FC, also, wenn man von beiden Seis ten mit ½ a + FC multiplisiet, FA: FG = (½ a + FC)<sup>2</sup>: ¾ a<sup>2</sup> — FG<sup>2</sup>. Ist nun CM die pathe shipe she und = \( \frac{1}{4}b\), so wird MF = \( \frac{1}{4}a\), also \( \frac{1}{4}a^2\) = \( \frac{1}{4}b^2\), \( \frac{1}{4}a^2\) = \( \frac{1}{4}b^2\), \( \frac{1}{4}a^2\) = \( \frac{1}{4}b^2\), \( \frac{1}{4}a^2\) = \( \frac{1}{4}a^2\) = \( \frac{1}{4}a^2\) = \( \frac{1}{4}b^2\), \( \frac{1}{4}a^2\) = \( \frac{1}{4}a^2\), \( \frac{1}{4}b^2\), \( \frac{1}{4}a^2\), \( \frac{1}{4}b^2\), \( \frac{1}{4}a^2\), \( \frac{1}{4}b^2\), \( \frac{1}{4}a^2\), \( \frac{1}{4}b^2\), \( \frac{1}{4}a^2\), \( \frac{1}{4}a^2\), \( \frac{1}{4}b^2\), \( \frac{1}{4}a^2\), \( \

Es, ist aber HE: ED = 1: tang. DHE und GE: EB = 1: tang. BGE; also HE. BE: GE. DE = tang. BGE: tang. DHE = N FA: N FG. Run sud dia Winkel an den Umfreisen BGE und DHE halb so groß, als die Winkel an den Mittelpunkten BCE und DFE. Reunt man also seinen, oder die espenkrische Anosmalie, E, diesen, oder die wahre Anomalie A; so Mrd: tang. ½ E: tang. ½ A = N FA: N:FG.

Russwarts last sich die mittlere Ansmalie ans der wahren leichter sinden. Denn wenn diese, oder A, bekannt ist, so such man die eksenrisssie Ansmalie E durch die Formel: VFG2 VFA = tang. ½ A tang. ½ E. hat man E, oder ACB, so berechnet man, FO aut der Eksenstristät. Man macht nämlich FO = FC sin. ACB, so hat man, den Unterschied BI = FO swischen der eksentrischen und mittleren Anomalie.

3. Wenn ein Lörper sich um eine gewisse Are dreht, so bewegt sich fast jeder seiner Punkte mit einer verschiedenen Seschwindigkeit. Indessen kann man die Seschwindigkeit aller seinez Punkte bes stimmen, so bald man nur ihre Entsernung von der Are und die Seschwindigkeit eines einzigen Punkte weiß. Um also die Seschwindigkeit des ganzen Körpers auf eine deutliche und bestimmte Art auszudrücken, nimmt man eine gewisse Entssernung von der Are zur Einheit an, und nennt die Seschwindigkeit, welche ein jeder Punkt hat,

der fich in dieser Entsernung befindet, die Wing telgeschwindigkeit des Körpers. Man drückt fie durch den Areisbogen p aus, den ein sols der Punkt in einer Sekunde gleichsormig durch, läuft, oder durchlausen kann. Dat ein anderen Punkt, in der Entsernung x van der Are, die Seschwindigkeit c, so ist die Winkelgeschwindigkeit

des Körpers  $p = \frac{c}{x}$ . Denn es ift x: x = p:c.

Bas ich von einem Korper gefagt habe, gilt auch von einer jeden Linie, Die sich um einen gewissen Punkt dreht.

Ben einem Planeten verhalten fich (Rig. 134) die Winfelgeschwindigfeiten Rabrets, wie die Binfel felbft, burch welche ber Sabrer, ben ber Bewegung bes Planeten, in febr Reinen und gleichen Beiten geht. Denn es fen FH = FI = 1, und LH ber Bogen bes mit Dem Dalbmeffer i befdriebenen Rreifes, burch wels den ber Bunft H, fo wie IN ber Bogen, burch welchen I, in berfelben Beit geht, ba ber Planet in feiner Bann die Bogen AM, GO durchlauft; fo verhalten fich HL und NI, wie die Winfels gefcomindigfeiten des Rubrers FA, wenn die Beis ten durch AM und GO gleich und febr flein find, weil man aledann die Bewegung bes Plas neten in AM und GO als gleichformig anfeben tann. Sie find aber offenbar and die Dage der Binfel AFM, GFO, durch welche der gubrer indeffen gleichfdemig gegangen ift.

Wenn AM und GO fehr klein find und etwa nur ofo der gangen Bahn ausmachen, fo kann man fie als kleine Kreisbogen ansehen. Die zu den halbmeffern FA und FG gehoren. Es ift alsdann LH =  $\frac{AM}{FA}$  und NI =  $\frac{OG}{GF}$ , also LH: NI =  $\frac{AM}{FA}$ :  $\frac{OG}{GF}$ . Werden nun AM und GO in gleichen Zeiten beschrieben, so sind die Ansschnitte AFM, FOG einander gleich. Also AM · FA = OG · GF und AM · OG = GF : FA. Es ist daßer auch LH · NI =  $\frac{AM}{FA}$ :  $\frac{OG}{GF}$  =  $\frac{I}{FA^2}$ :  $\frac{I}{GF^2}$ , oder die Winkelges schrieben des Führers verhalten sich umgestehrt wie die Quadrate seiner gangen.

Wenn man daher die Wintel, welche der ficht ger eines Planeten in zwepen sehr kleinen gleichen Zeiten durchgegangen ift, durch Beobachtungen ges funden hat, so kann man daraus das Berhältniß der Entfernungen von der Sonne, welche der Planet damals gehabe hat, folglich auch die Seftalt seiner Bahn, bestimmen.

Uebrigens läßt sich die Lage ber Apsidenlinie auch dadurch sinden, daß man solche Bevbachtuns gen, wo der himmlische Körper in gerade entges gengesetzen Punkten seiner Bahn war, wie in Aund G, oder in D und B, unter sich vergleicht. Denn nie, als wenn A und G die Apsiden sind, kann die Zeit seines Laufs von einer Seite, von G nach A, der Zeit von der andern Seite, von Anach G, gleich sepn. In allen übrigen Stellen sind beide Zeiten ungleich; j. B. die Zeit von D nach B ist kleiner, als die von B nach D, weil der Körper um G herum geschwinder läuft, als um A.

## Reunzehnter Brief.

Die gange Sotterlebee ber Alten fceint von ber Sternfunde entfprungen, und nachber mit allere band Rabein ansgeschmudt worden ju fenn. machte die Planeten ju Bewohnern des himmele, an Gattern. Saturn war ein Cobn bes himmeld; weil er, nach ber Meinung ber Alten, ben bochs fen Play batte und junachft unter dem himmel ber Ripfterne fand. Er war ein abgelebter Alter, well er fich fo febr langfam bewegte, und ein Bott ber Beit, weil er ju jedem Umlaufe fo viele Beit nothig hatte. Jupiter mar ber großte und boche Sott, weil er unter allen Blaneten bepnabe Der größte, und nachft bem unanfebnlichen Safurn, ber bochte ift. Mars mar ber Bott bes Rrieges, weil er ein rothliches Licht bat, und blutig an fenn fceint. Benus, ber fconfte und bellfte Stern am Simmel, mar Die Gottheit ber Schone beit, und eine Bottin, weil bie Schonbeit vors juglich bem weiblichen Gefchlechte eigen ift. lich machte man ben Merfur ju einem Boten bet Sotter, weil man ihn allezeit put nabe an ber Sonne fab, um welche er foneller, als irgend ein anderer Planet, berumlief.

Saturn hat den bochften Rang in unserm Sonnenspfiem, den er Jahrtaufende hindurch ber hauptet hatte, verloren, nachdem herr herschel, der in England lebt, aber ein Deutscher ift, im Jahre 1781 einen neuen bisher gant unbefanns ten Planeten entdeckt hal. Dieser Planet, den man nach seinem Entdecker herschel &, sonst auch Uranns, neunt, ist so klein, als ein Firstern

fechfter Große, und blogen Mugen faum fichtbar. Er ift ins Mittel 10 Ral weiter bon ber Conne entfernt, als die Erde, und braucht faft 84 Jahre Beit, um feine Babn ein Dal ju burchlaufen. Die Reigung feiner Babn gegen bie Etliptit ift febr geringe und macht etwa & Grabe aus. Sein Durchmeffer bat noch nicht auf eine zuverläsfige Urt bestimmt werben fonnen. Derr Berichel giebt feinen fceinbaren Durchmeffer auf ungefahr 4 Sefunden an, und ben wahren 4,31769 Mai fo groß, als ben Durchmeffer ber Erbe. Do and wie fonell er fich um feine Are brebt, weiß man noch nicht. Aber es laufen um ihn 310ch ! Eras banten, Die auch herr Berfchel 1787 entbedf: bat. Ihre Umlaufszeit ift von einer bis zwen Bochen, und fle find ihrem hauptplaneten fo nabe, bag fie fic bon ibm nur, ber eine auf 33, ber-andre auf etwas aber 44 Minuten entfernen. Aber bas fonderbarfte ift Die ungewöhnlich große Reigung ibrer Babnen gegen Die Effintif, Die faft att 00 Grabe beträgt. 1

-3wifchen 1790 und 1794 hat herr herschel vier neue außerft fowach erleuchtete und felbft burd feine vortreffliche Bertjeuge fcmer gur uns terfceibende Trabanten um ben feinen Ramen führenden Sanptplaneten entbedt. Der erfte ift der innerfte, und verrichtet feinen Umlauf in 5 Tagen 21 Stunden 25 Minuten. Der. smepte neuentbedte ift ber britte in ber Orbnung, und feine Umlaufszeit beträgt 10 Tage 23 Stunden Der britte neuentdectte ift der funfte @ Minuten. in ber Ordnung, und lauft in 38 Tagen I Stunde 40 Minuten um feinen Dauptplaueten. Der vierte nenentbecte endlich ift ber außerfte und fecte. Seine Umlaufszeit beträgt 107 Tage 16 Stunden

٠

Stunden 40 Minuten. herschel ift alfo mit 6 Trabanten umgeben, von denen der zwepte und vierte bereits 1787 entdeckt worden find.

umeneften Seobachtungen seines Entdeckers, um die Pole fart abgeplattet, und mit zwepen Ringene die rechtwinklig auf einander fteben, umgeben zu sepen. Auch scheinen zwep von seinen Trabauten sich rückläufig in ihren Bahnen zu bewegen, und sich hierin von allen übrigen Plaueten zu untere scheiden.

- Saturn b erftbeint bem blogen Muge, als ein Meicher unanfehnlicher Stern. Er ift ins Die tel of Ral weiter von der Conne entfernt, als Die Erbe, und durchlauft feine Baln in 20% Jahren. Die Rugel bes Gaturns ift abgeniattet. und ber Durchmeffer ibres Aequaturs berbalt fic jum Durchmeffer ihrer Are, nach herrn Derfchel, wie 2281 ju 2061. Rach bemfelben if jenet 11,20. Pal größer, als ber größte Durchmeffen ber Erdfugel, und fie felbft baber, Die Rugel bes Saturns, an 1430 Mal größer, als Die Erdfugel. Sie drebt fich um ibre Are, und gwarein to Stunden 14 Minuten 4 Stfunden ein Mal, wenn man aus ben jablreichen unmittelbaren Beobach. tungen: Deren Derfichels ein Mittel nimmt. Dan fest auf ihr veranderliche Sereifen. Davaus, und and ben Ericeinungen, ber Teabanten bes Gas turns, Die, indem fie binter ibn treten, lange an feiner Scheibe ju bangen fceinen, folieft Serr Derfchel auf Die Atmosphare Diefes Planeten.

Mis man den Saturn burch Fernrohre ju bes trachten aufing, entdedte man bald gang unger wöhnliche Beranderungen in seiner Sefialt. Denn bald sah man an jeder Seite- feiner Scheibe eine bute Returl. 4.26. Art von benfel, balb verwandelten fic biefe bens tel in belle Urme, balb verfchmanben fie gang, fo Daß fic biog die runde Scheibe obne allen Anbang, geiste. : Dungens, welcher ben Saturn mit bore inglicher Aufmertfamfeit und burch befonders gute Rernrobre anhaltend beobachtete, bemies querf, baß Satura mit einem febr bunnen, aber breiten, bunfeln und von ber Sonne erlenchteten Ringe ums geben fep, bag biefer Ring ober Gurtel um bie Mitte feiner Rugel fongentrifd berumgebe, und Dag zwifden ibm und ber Rugel ein betrachtficher leerer Raum fen; bag er beståndig gleich weit von ber Runcl: entferut und fich felbft parallel bleibe, ungeachtet er mit berfelben gar nicht gufammen bange, und bag fic auf diefe Art alle Erfcheinuns gen in der Geftalt bes Saturns nicht nur volle tommen seflaren, fonbern auch im Boraus bestime men Heffen. Denn Die Ebne Diefes ungemein duns nen und fonberbaren Ringes, ben man icon burd mitteimäßige gernrobre, aber nicht mit blogen Aus nen, boutlid unterfcheiden fann, foneibet bie Cone Der Bahn; Des Saturns unter einem Wintel bon 80 Graben, Stellen Gie fic baber eine unendlich grafe Ebme, welche ber Rlache bes Ringes pas sallel ift, nauch ben Mittelpunft ber Ganne bow fo foneibet biefe bie Chue ber Eflintif unter einent Binfel pon ar Graden 23 Minnten, Die Linie bes Durchichnitts aber, ober die Anotenlinie bes Ringes, geht jest von einer Seite in 17 Graben 23 Minuten ber X, von ber andern im 17 Grade 23 Minuten der np burch die Efliptif. Rommt Suturn in Diefe Rnoten feines Minges, fo wird die Conne von der Cone deffelben gleichfam in 2 gleiche Dalften gerschnitten, und baber erleuchtet fie biefe beide Flachen bos Ringes auf gleiche Art,

aber beide febr fcief und febr fcwach, fo daß wir feine bon beiben feben. Die gerabe nach ber Sonne gefehrte Rante bes Ringes feben wir auch nicht, weil fie ju bann, und ihr Gehmintel ju flein ift. Go verfcwindet ber gange Ring bes Saturns aus unfern Mugen, wenn biefer in ben Anoten feines Minges ober nahe baben ift, und wir feben bloß feine Rugel, die Erde mag fich in ibrer Babn befinden, wo man will. 3mifchen beiden Anoten ift burch die halbe Umlaufszeit bes Saturns, oder faft burch 15 Jahre, Die eine, und burch 15 Jahre die andre Flache bes Ringes em leuchtet, und die andre im Schatten. Da ber Ming fich felbft immer parallel bleibet, fo tehrt Saturn, wenn er mit ber Erbe in eine Linie tommt, die der Anotenlinie feines Ringes parallel ift, und Die Rante feines Ringes ju. Wir feben alfo alsbann ben Ring ebenfalls nicht, weil fein Sehwinkel ju klein ift, und icon einige Beit vors ber und nachber iff aus biefer Urfache ber Ring unfictbar. Diefer Rall fann in einem Jahre zwen Ral, und bald binter einander, Statt finden, weil jede burd bie Erbbahn gebenbe, ber Anotens Anie parallele Linie Die Erdbabn in zwegen Punk ben burchichneibet, und die Erbe, wenn fie in Diefen Puntten ober nabe an ihnen ift, bloß die Augel des Saturns flebt. Such wenn jene bas vallele Linie swifthen ber Erbe und bee Sonne burchgeht, feben wir ben Ring nicht, weil er uns alebann feine bunfle Oberftache gwiehrt. Geht fie aber außer der Erdbabn burch Die Cone ber Effips tif, fo feben wir beftandig ben Ring, weil alse Dann immer feine bon ber Conne erleuchtete flache in unfet Ange fallt. Da aber unfer Auge in ber Cone bet Efliptif liegt, gegen melde Die Cone bes

Ringes unter einem fdiefen Winkel geneigt ift. fo ift ber Strablentegel, ben das Huge vom Ringe erbalt, fchief; und ba und bennoch alle Ebeile bes Minges gleich weit entfernt fceinen, fo feben wir ibn, als in einer auf bie Are Des Straflenfegels fenfrechten Chne. Der fenfrechte: Durchfonitt aber eines schiefen Regels ift allemal eine Elipse, und Daber ericheint und auch ber Ring allezeit elliptifd. Rabe ben ben Anoten des Ringes ift Diefe Eftipfe febr fomabl. Daber fdeint und Saturn Arme gu baben, wenn wir ihren innern leeren Raum nicht unterfdeiden tonnen. Beiterbin offnet fe fic ime mer mehr, und Saturn erfchoint mit hentein (Sig. 136). Endlich wenn Saturn mitten gwifden ben Anoten feines, Ringes im 17 Grabe 23 Die auten der II oder im 17 Grade 23 Minuten bes 1 ift, bat jene Ellipse ihre größte Deffnung. Ihre fleine Ape AB (Fig. 137), verhalt fic alebann jur großen CD wie sin. 31° 23' jum Sinus totus, ober faft wie 1 : 2. Da nun die fceine bare große Mpe CD 21 Mal großer ift, als ber icheinbare Durchmeffer ber Rugel, fo erfcheint uns alsbann AB etwa um In größer, als biefer.

Ich habe bisher nur von einem Ringe des Satuans geredet; herr herschel aber hat entdedt, daß dieser Ring eigentlich aus zwepen konzentrisschen und durch einen leeren Raum abgesonderten Reifen besteht, durch welchen man die Firsterne sehen kann. Wenn man den halbmeffer der Augelden kann. Wenn man den halbmeffer der Augeldes Saturns zur Einheit annimmt, so halt die Breite des leeren Raums zwischen der Augelund dem innern Rande des innern Reisen osch die Breite dieses Reisend os4, die Breite des lees von Raums zwischen des Reisen Reisen osos, und die Breite des außern Reisen osos, also die Breite

beiber Reifen und ihres Zwischenraumes 0,6 z nach diesem Maße. Die Reisen dreben sich unt eine auf ihre Sone senkrechte Are, um welche sich auch Saturn seibst drebt. Sie werfen einen Schats ten auf die Scheibe des Saturns der Sonne gegen Aber, woraus man offenbar sieht, daß sie dunkle Rörper und von der Sonne erleucksei find.

Angerbem bat Satuen noch fieben Monde ober Trabanten , welche um ibn berumlaufen und and guwetlen verfinftert werben. Ran fann fie aber nur burch febr gute und febr fart vergrößernbe Rernrobre feben , und ihre Berfinfterungen find fcwer gu beobachten. Jedoch fieht man ben große ten, ber fonft ber vierte in bet Reibe mar, ben beiterm himmel verfdwinden, wenn er verfinftert Diefen bat juerft Sungens entbecht. Rache ber entbedte Caffini nach und nach noch 4, unb man glaubte lange, daß Saturn nicht mehr, als Diefe funf Trabanten, hatte. Aber herr herfchel fand 1780 burch feine aufevorbentlich gute Teler ffope, daß Saturn noch zwen Trabanten bat, . Belche ibm naber, als alle übrigen, find. Um Durch Die neue Ordnung ber Trabanten feine Bers wirrung ju veranlaffen, nannte er ben innerftett von den neu entdecten Trabanten den fiebenten, ben entferntern ben fechten, und lief ben abrigen thre alte Ramen bes erften, zwenten, britten, viere ten und fünften. Die Umlaufigeit und ben Abftand bes innerften und fiebenten Crabanten bat Bert Serfchel noch wicht gang zweeblaffig bestimmen tons nen, weil er febr fdwer in beobachten ift. beffen fceint er in 23 Stunden 45 Minnten ein Mal feinen Umlauf ju vollenden. Die Sabnen aller Trabanten, außer ber bes funften und außers ften, fallen in die Cone des Ringes, der anferfte

Erabant aber ber bom Saturne bren Dal fo weit entferut ift, als ber nachte nach ibm, bber ber vierte, durchläuft eine Bahn, Die 15 Grade Reis gung gegen die Efliptif bat, in 70 Tagen 7 Stune ten 47 Minuten, und herr berfchel fand aus feinem periodifchen Lichtwechfel, daß er in ebenderfelben Beit bon 79 Lagen 7 Stunden 47 Minuten fic ein Mal um feine Are brebt. Denn diefer Tras bant ift auf feiner einen Seite fo buntel, und fo voll von flecten, daß er über einen Monat lang taum ju feben ift. Da nun auch unfer Manb fic in derfelben Zeit um feine Are brebt, in melder er um die Erde lauft, fo icheinen alle Trabanten, Deren eigentliche Umbrehungszeiten, man -übrigens Durch unmittelbare Beobachtungen noch nicht bat bestimmen fonnen, dem Monde hierin abnlich ju Der vierte ber Trabauten Des Saturus fcheint unter glen ber größte in fenn, und ber fünfte gleich auf biefen au folgen. Jedoch laßt fich ' bis jest über die eigentlichen Größen diefer fleinen . Sterne nichts bestimmtes fagen, \*)

Jupiten 4, welcher auf ben Saturn folgt, ist, nachk der Beund, der heute und glaufendste Geen am himmel. Er ist ins Mittel 5½ Mas weiter von der Soune entfennt, als die Erde, und brancht gegen 12 Jahre Zeit, um seine Bahn ein Mal zu durchlausen. Er dueht sich in 9 Stunden 56 Minuten ein Mal um seine Are, wier wohl sich diese Zeit, die auf einzelne Minuten, nicht genau bestimmen läst. Er ist ebenfalls um die Pole abgeplattet, und der Durchmesser seines Nequators verhält sich zur Ape, wie 23 zu 25, wenn man aus den besten Messungen ein Mittel

<sup>\*).</sup> Man febe bie Labelle bes folgenden Beiefes.

mimmt. Gein größter Durchmeffer verbatt fic junt größen Durchmeffer ber Erbe, wie 11,274 : I. und er ift daber 1433 Mal fo groß, als diefe. Man fieht auf ibm burch gute Kernebbre bunfle Streifen, Die gang ungemein veranderlich find, und Daber boch mabriceinlich aus feiner Atmosphare entfpringen, ungeachtet berr berfchel fie fur Theile ber Oberfläche Des Blaueten balt. Da fie immer in der Gegend des Aequators liegen, so scheint Impiter hierin der Erbe abnlich ju fenn, auf wels der ebenfalls die Regenzeit und beftandige Bollen um ben Requator, ein halbes Jahr Dieffelts, ein baibes Jahr jenfeits berrichen. Außer ben Streit fen jeigen fich noch andre bunflere und hellere Rlecten auf bem Jupiter.

Diefer Blauet bat vier Monden ober Trabans ten, bie burch ihre Finfterniffe und burd bie Leichi thefelt, mit welcher man fie beobachten fann, fur die Erbefdreibung febr wichtig find. Mere Babi nen find febr wenig gegen bie Eftiptif' und gegen die Cone der Bahn des Jupiters geneigt. Anoten fallen zwifden den zu und den fl. Benne alfo Jupiter in Diefen Beichen ift, fo icheinen Die Trabanten durch feinen Mittelpuntt oder doch febr nabe ben ibm vorben ju geben, lubem fie mit ibm in Jufammentunft find. Befindet fic aber Jupiter, um bren Beichen weiter, swifchen bem & und Mefo find die fleinen scheinbaren elliptischen Uren der Babnen ber Trabanten am größten. Sie laufen, fo wie alle Blaneten und alle Trabanten obne Aust nabme, nach ber Ordnung ber Beichen, ober vous warts, fceinen aber fo wie die untern Planeten, ber ibrer untern Busammenfunft mit ber Conne, und fo wie die Sonnenfleden, rudmarts ju gehn, wenn fie fich zwifden der Erbe und ibren: Daupte

### Bufats.

Derr Schröter hatt es, nach seinen Benbachtungen der Flecken der Trabanten des Jupiters, und nach den genau besbachteten periodischen Lichts wechseln der Trabanten des Saturn, für ausgemacht, daß sich alle diese Trabanten, so wie unser Mond, während eines jeden periodischen Umlauses, auch ein Mal um ihre Are dreben.

#### Anmerfungen.

1. Die Reigung der Bahn des herschel ist von 46' 16"; und ihre Etzentrizität nach Delambre 0,0466837, in Theilen ihrer halben großen Are. Seine kleinste Entfernung von der Sonne ist, nach demfelben, 18,28806, seine mittlere 19,18362, und seine größte 20,07918 Mal größer, als die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne. Sein Durchmesser ist so klein, daß er sich mit der gehörigen Genauigkeit nicht messen läst. Derr hersschel versichert, er sen ins Wietel sehr nahe von 4 Selnuden. So würde er in der mittleren Beite

ber Erbe von ber Sonne 76,73 Sefunden halten. Da nun ber größte Durdmeffer ber Erbe in biefer Bette 17,4 Sefunden balt, weil die acquatorifche Dorigentalparallage ber Sonne von 8,7 Sefunden bft, fo mus ber Durchmeffer bes Berfchel 4,4 Dal größer fonn, als ber Durchmeffer Det Erbe, und er felbit die Erde 85 Mai an Große übertreffen. Bon feinen beiden Trabanten bewegt fich ber erfte und inmentein 8 Tagen 17 Stunden 1 Minute 19/3 Gefuns ben, der andre in 13 Tagen 11 Stunden 5 Die nuten 1,5' Gefunden um ibn, und ber mittlere Abftand bes erften bon ihm erscheint uns unter 33,09", bes zwepten unter einem Bintel 44,28 Setunden, welches ben bem erften ungefahr an 16%, und ben dem zwenten 22 Salbmeffer Des Derfchel ansmacht. Gie fceinen nicht fleiner ju feun, als die Trabanten Jupiters.

- 2. Der größte Abstand des Saturns von der Sonne ist 10,07147, der mittlere 9,53937, und der kleinste 9,00727 Mal größer, als der mittlere Abstand der Erde von der Sonne. Nach Herrn Herschel ist der scheinbare Durchmesser des Nequas tors der Augel des Saturns, aus ihrer mittleren Entsernung von der Sonne gesehen, von 20,6 Setunden. Dieser Durchmesser erscheint also, in der mittleren Entsernung der Erde von der Sonne, unter einem Winkel von 196,5 Setunden. Da nun der scheindare größte Durchmesser der Erde, in derselben Entsernung 17,4 Setunden beträgt, so ist er 11,29 Mal kleiner als der Durchmesser des Saturns. Folglich ist dieser an 1439 Mal größer, als die Erde.
- 3. Der größte Durchmeffer bes außerften Rins ges ericeint nach herrn herschel in ber mittleren

Entfernung bon ber Conne unter einem Binfel von 46,677 Sefunden. Alfo verhalt er fich jum größten Durchmeffer der Augel Des Saturns, wie 46,677 : 20,6 = 2,266 : 1. Wenn man nach Diefem Berbaltniffe Die Musmeffungen, Die Berichel fur bie beiden Reifen und ihren 3mifdenneum bes fonders gegeben bat, redugirt, fo findet man: den Dalbmeffer Des Aequators ber Rugel Des 5. = 1, ben größten aber außerften Salbmeffer Des auffere ften Reifen 2,266; Die Breite Diefes Reifen 0,1528; die Breite bes leeren Raums gwifchen beiden Reifen 0,0628; Die Breite Des innern Reifen 9,4397; den größten Salbmeffer bes innern Reifen 270503. Daber macht Die Breite Des leeren Raums gwifchen ber Rugel und bem inmern Reifen 0,6196. Die Breite hingegen Diefes Reifens und bes zwenten, wie auch bes 3mifchenraums zwifchen beiden, macht 0,6553; also nur etwas weniges. mehr, als die Breite jenes leeren Raums um Die-Rnael.

4. Jupiters größte Enkfernung von der Sonne ift 5,45375, die mittlere 5,20058, und die kleinste 4,94821 Mal größer, als die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne. Wenn man aus einis gen Messungen des Jupiter, die vorzüglich genauzu sein schen schen, ein Mittel nimmt, so verhält sich der Durchmesser seines Aequators zu seiner Are wie 1:0,92 = 23:25. Der erste erscheint, in der mittlern Entfernung Jupiters von der Sonne, unter einem Wintel von 37,72", also in der mitts lern Entfernung der Erde von der Sonne unter einem Wintel von 196,18". Er verhält sich dems nach zum größten Durchmesser der Erdsugel, wie 11,274:1 und Jupiter ist daher 1433 Mal gedeser, als diese.

5. Da bie Binfterniffe ber Jupiterstrabanten zur Bestimmung ber geographischen gangen fo wich: tig find, fo wird bie Stellung biefer Erabanten gegen ihren Sauptplaneten jeden Tag in ben aftros nomischen Rafendern angezeigt. Um Daber obne weitlauftige Rechnungen Diefe Stellung fo genan ju-finden, als es ju diefer Abficht nothig ift, ber Dient man fich eines fogenannten Jovilabium, welches aus verschiedenen Scheiben von Pappe bes ftebt, die fich um ihren gemeinschaftlichen Mittel. punft , in welchem Die Stelle Des Supiters ift, breben laffen. Ihre Salbmeffer verhalten fich, wie Die Entfernungen der Erabanten bom Mittelpunfte bes Sauptplaneten, und fie find mit einem Rreife eingefaßt, ber die Efliptif vorstellt. Man fucht erfitch aus ben Tafeln Die Lange eines jeden Trag banten für einen gemiffen Zeitpuntt, fo wie fie aus bem Jupiter erfcheint, und ftellt barnach bie einzelnen Scheiben. Dierguf fucht man Die Lange, welche Jupiter, von der Erde gefeben, in demfels ben Zeitpunfte bat, und legt durch ben gefundenen Det der Efliptif ein um den Mittelpunft bewege liches Lineal. Dift man nun hierauf Die Entfere nungen der bereits gehörig geftellten Trabanten an ber Scharfe Diefes Lineals, fo fieht man, wie weit jur Seite und auf welcher Seite bes Planeten jeber Trabant alsbann von der Erde erscheint. Diefes lagt fic aus ber lage ber Anotenlinien beurs theilen, ob der Trabant bober ober niedriger er, fceinen wird, als der Mittelpunft Jupiters. Man hat abuliche Saturnolabia und Planetoe labia.

### 3 mangigfter Brief.

Es ift noch einer von ben abern Planeten Abrig, namlich Mars &, ber vierte in ber Ordnung, von oben an gerechnet. Er hat ein feuerrothes Licht, und eine ungemein veranderliche Größe, Denn er ift und ju gewiffen Zeiten gegen 7% Daf naber, als ju andern, und fleht daber auch jui weilen ben feinen Segenfcheinen vorzüglich große und viel größer aus, als wenn er ber Sonne nabe ift. Diefes fommt theils baber, bag feine Babn ber Erdbahn fo nabe ift, theils auch bon ber fare ten Efgentrigitat jener Babn, welche Replern querft auf die Bermuthung brachte, baf alle Planeten in Ellissen um die Gonne laufen. Denn die fleine fte Entfernung bes Mars von ber Sonne verbalt fich jur größten wie 1,381 in 1,666, und die größte Entfernung ber Erbe von ber Sonne bes tragt 1,017 bergleichen Theile. Alfo verhalten fich die Entfernungen bon der Conne ben beiden Planeten, wenn beide am größten And, wie 1,63:1, und dagegen wie 1,35:1, wenn die Entfernung . Des Mars am fleinften, und Die ber Erbe am größten Befindet fich nun ben bem erften Berbalte niffe Mars in Bufammentunft, und ben bem lege tern im Gegenscheine mit ber Conne, fo find in beiden Rallen feine Entfernungen bon und, wie 2,63:0,35 = 71: 1. Er burchlauft feine Babn in einem Jahre und bennabe 11 Monaten, und hat feine Trabanten, aber große bunfle Rlecten, and welchen man feine Umbrebung erfannt und fie

auf 24 Stunden 40 Minuten gefest bat. Diefe Riecten verandern oft ihre Gefialt und find nicht immer dentlich begrengt, welches mabricheinlich Birs Enngen ber Atmofphare bes Planeten finb. Mpe, um welche er fich brebt, neigt fich, nach Deren Derfchel, gegen Die Effiptif unter einem Binfel von 50 Graden 42 Minuten und eine Durch fie, fenfrecht auf Die Efliptif, gefeste Ebne warde burch ben 18 Grab ber & gebn. Ebne bes Mequators bes Ward macht mit ber Cone feiner Bahn einen Wintel von 28 Graben 42 Minuten. Mars if and um Die Pole abgeplate tet, im Berhaltniffe bon 15 in 16, nach herrn Derfdel. Rad demfelben ift ber icheinbare Durchs meffer feines Mequators in der mittlern Entfernung der Erde von der Sonne von 9" 8". Daraus folgt, bag fein größter Durchmeffer fich jum größe ten Durchmeffer ber Erbe wie 0,525 : I verbalte und er alfo nur 3 ober vielmehr 0,1438 bon bet Erde ausmacht. Die bobern Planeten find fo meit bon uns entfernt, baf bie Seite, welche fie uns autebren, von berjenigen, welche nach ber Sonne gerichtet und von ihr erleuchtet ift, fich faft gat nicht merflich unterscheibet. Daber fcheinen uns ibre Scheiben, felbft burd gute gernrobre, ju jeder Beit immer vollig rund ju fenn. Aber Mars ift uns icon fo nabe, baf ber Unterfchieb feiner ere lenchteten und ber und jugefehrten Geite burch Kernebbre merflich wird, wenn er um etma oo Grabe bon ber Conne abfiebt. Wir feben ibn alebann nicht vollig rund, und feine Scheibe gleicht der des Mondes einige Tage por ober nach bem Bollichte. Auch darans fieht men augenfceinlich, daß er ein duntler von der Sonne erleuchteter Sots per ift. 2

Die Erbe ift der fünfte Planet in der Orde nung. Sie dreht fich nach der Ordnung der Zeis den um ihre Are, und läuft, nebst ihrem Trabans ten, dem Monde, nach derselben Richtung um die Sonne. In beiden Stücken ist sie allen übrigen Planeten ähnlich.

Die beiben untern Sauptplaneten, Benus und Merfur, find rechtläufig, wenn fie binter ber Coune fortgeben , und weiter bon und entfernt find, ale biefe; laufen fie aber jwifchen ber Sonne und ber Erbe, fo fcheinen fie und rudlaufig 'au Steben fie der Sonne nach Offen, fo find fie des Abends; fteben fie nach Beffen, fo find fie Des Morgens fichtbar. Bon ihrer größten bflichen Answeichung an, geben beibe rudlaufig nach Bes fen fort burd ihre untere Bufammentunft mit ber und erfceinen alebann zuweilen fowarze Fleden in der Connenfdeibe, wenn ihre Breite febr gering ift. Daben fie ibre größte weftliche Ausweichung erreicht, fo tehren fie wieder um, wers ben rechtläufig, geben burch bie obere Bufammene funft mit der Conne, und entfernen fic bierauf Don ibr nach Offen, bis fie ibre größte bfliche Anse welchung erreicht baben.

Betrachtet man fie durch Fernröhre, so fieht man, daß ihr Licht, so wie das Licht des Mons des, wächt und abnimmt. Bep der geößten Auss weichung find ihre Scheiben nur halb erlenchtet; fie stehen in ihren Bierteln. Bep der obern Inssammentunft haben sie ihr Bollicht, bep der unstern ihr Reulicht. Wenn sie des Morgens ers scheinen, sind sie in ihrem zunehmenden, und wenn man sie des Abends sieht, im abnehmenden Lichte. Aucz vor und nach ihrer untern Jusammentunft mit der Sonne sehen sie sichelsbruig aus; weil sie

und aber um diese Zeit viel näher find, als um die Zeit ihrer obern Zusammenkunft mit der Sonne, so glänzen fie zwischen ihren Vierteln und dem Renticte stärker, als den ihrem Vollichte. Alles mal aber ift der erleuchtete Theil ister Scheibe der Sonne zugekehrt, welches aufs deutlichste beweiset, das beide dunkle Körper sind, die ihr Licht von der Sonne empfangen.

Es ift aber Benus ? viel heller, als Mers fur, und überhaupt der iconffe und bellfte unter Daber nennt man fie vorzüglich allen Sternen. ben Abendftern, wenn fie bie Sonne nach ihrem Untergange in Weften begleitet, und ben Dors genfern, wenn fie frat in Often ben Mufgang ber Conne anfandigt. Benn fie gleich fo nabe ben ber Sonne fteht, daß man fie mit bloffen Augen nicht feben fann, fo erblicht man fie bennoch auch alebann burch Rernebbre neben ibr. Ihre Entfers nung wan ber Erbe verandert fich bennabe eben fo farf, wie Die Des Mars. Denn ibre fleinfte Ente fernung von der Sonne beträgt 713, und Die größte 728 folder Theile, Deren 983 auf Die fleinfle und 1017 auf Die großte Entfernung ber Erbe bon der Sonnt geben. Daber fieht fie zuweilen um 983 - 728 oder um 255, juweilen um 1017 f 728, oder um 1745 folder Theile von der Erbe 46. Daber ericheint uns ben ihrer obern Bus fammentunft mit ber Sonne ibr Durchmeffer jus weilen unter einem Binfel, ber wenig über o Ces funden beträgt, und ben ber untern unter einem Bine fel bon mehr als einer Minute. Gie burchläuft ibre Babn in etwa 75-Monaten, und ift ungefahr fo groß, als bie Erbe. Man balt fle gewöhnlich fur etwas fleiner, allein herr herfchel macht fie, vers moge feiner Beobachtungen, etwas größer.

hat Bleden, Die aber felten fichtbar find, und fife bobe Berge von mehr als 4 Meilen Sobe, wie auch eine anfebnliche Atmosphare, Deren Dobe Dere Schröter aus ber auf ber Benus beobachteten Dams merung und drer Ausbehnung ju beftimmen fucht. Auch bat Berr Schroter burch febr forgfaltige Beabe achtungen gefnuben, daß fic Die Benus in 23 Stunden 21 Minuten ein Mal um ihre Are drebt, und bag Diefe ftart gegen die Chne der Efliptit geneigt ift. Indeffen ift die eigentliche Große dies fer Reigung, wie auch bas Berbaltnif ber Are jum Durchmeffer des Mequators der Benus woch Uebrigens bat Diefer Planet feinen Trabanten, und Diejenigen, welche einen neben ibm ju feben geglaubt haben, find unfehlbar durch eine optifche Taufdung bintergangen worden.

Anf Die Benus, als den fechften Planeten in Der Ordnung, folgt Derfur &, der fiebente und nachfte an der Sonne. Er bat ein glausens bes weißes Licht, aber bennoch macht feine Rieine beit und feine ungemeine Rabe ben ber Sanner baf man ibn nur felten, nur etliche Mal in jebem Stabre, mit blogem Auge bes Momens ober bes Abende in ber Dammerang, und nur eine fume Beit lang, fieht. Seine Bahn ift febr etzenwild. indem feine fleinfte Entfernung bon der Sonne bon 307, die größte von 466 folden Theilen iff, Deren Die größte Entfernung ber Erbe son ber Sonne 1017, Die fleinfte 983, und Die mittlere 1000 balt. Seine fleinfte Entfernung von ber Erbe beträgt alfo 983 - 466 ober 517, und Die größte 1017 + 466 ober 1483 Theile, Daber wir feinen Durchmeffer balb unter einem Binfel son 4, bald unter einem von II Sefunden feben. Seine Umlaufszeit balt faft 88 Tage: ob er aber fic

fich um-eine Ape brefe und wie seine Obersäche beschaffen ift, hat man bis jetz, wogen seiner grossen Rähe ber der Sonne, nicht genau bestimmen Bunen. Er hat seinen Trabanten und sein scheine bauer Durchmesser hält, in der mittiefn Entsevnung der Sonne von der Erde, schwerlich mehr, als 5,4 Gefunden. Er ift also zum Durchmusser der Erde, wie 0,388 i if oder er hält eine 2 desselben. Merkus Mehr dalt o,0584 oder 7847 ber Erdsugel.

Bentit und Mertor icheinen jumeilen, ben iften witern Jufammenfunft mit der Sonne, als fcwarze Aleden burch die Sonnenfcheibe in gebn, und bie Maidromen find auf diese Burchgange febr aufr moetfant, welf fie bas einzige Melter find Die Pas sollane ber Conne genan und enverlaffig in beffiene men. Gie find in ber That Connenfinfterniffe, Die aber nicht burd ben Mond, fondern burch Die untern Dianeten bewirft werben. Daber muß Die Breite Diefer Planeten, beh threr Bufammens funft mit ber Sohne, fleiner foon, als die Summe ifver fdeinbaren Durchmeffer, Des fdeinbaren Durche meffent ber Conne, und bes Unterfchiebs swiften bes Derisontalparaktare ber Coune und ber Planeten. \*). Rud biefer Regel muß Berns weriger, als 17 Phr nauen Beeite fuben, folglich weniger als 1 Stab 40 Minuten bon ibrem Anoten entfernt fenn, wenn bes Were antern Bufummenfunft mit ber Gonne ein Acharet Darchgang verfallen foll. Die mietleren Zoiten Diofer Bufammentanfte laffen fich leicht ber wooden, 49 ba man benn nachber biefenigen abe fondern tung, die nabe genng ben ben Ansten eine fullen, nu nach bem wahren Laufe ber Planeten

<sup>&</sup>quot;) Enn fefe ben :23 Brief.

<sup>· 40)</sup> Man fife den 4 Arief & Annestang. Onte Meant. 4. 28.

and ber Erde ift steffen, ab fie van Bercheangen bagfeitet fenn merben je ober nicht. : Da. j. B. Die Rusten der Banus geht fich im pa Grade ber II und bes I hefinden. mobin bie Gonne um den 5. Juntud nud ich: Desember foment, fo. fonn Bennd wich als min diest Lage, durch die Bonne, gehous Aus Deiver ehrlichen. Urfache fagen ibie Durchgange bed Mertur immer auf ben : 6 Day und 8- Dae vember, ober mabe an' Diefe Lage. . Mehrentbeile felet nach einem Derchgange der Berent in 8 Jahr nen- der gwante hen Demfelben Angten - bernach aben eiflich in asy Sebech, jumpile iser auch dere wieder einer. Go fatten wir 1762 und 1760 deteleichen Durchgange, und die Rachken, werden 1874Jund : 1882 fenn. Achalica: Perishen bas guide. Martur : mgleich, er viel bfteren burch big Conne wehrzehald Wenns zwie er denn la & 1786g bung, 1790 butt Die Conne ging. Repler machte die Alemenemen zwerft enf-biefe Dunde antementfem : Die voribm niemand bepbe achtet ibatte : inth Sallen felete nachber: umfanblich ibnen anofien Dargen jur Weftimmung ber Couffene garallope: httegen: des Unterfchiedes der Damer en bie. flerPan; verlichiebenen Onteff ben Erbe ju baben fcheinenis Menningmlich die Sonne im &, die Crba in : G ifiebt., und Renuderin begt Linie DiBaton D, nech E. gebt (Fig. 21), fo fieht, man, aus ban-Mittelmunkte der Berde C. die Bengs wurft in den Conve in A. wenn fie nach Lugelommen itt bornach fieht, man fic. ben ihrem : Auftritte auch bem Soune. in, B., wenn fie., fich in. O. befindet. i.: Soch hem : Offe : I bingegene auf ; ber Ohenflachen wur Erbe, erfcheint ibr Gintritt in A fpater, wenn fie namlich in G ift. Der Unterfateb bet Beit swifchen dem Eineriete in: Q wud; bem Einfritte

th I'le to groß?" bag! Benus inbeffen bas Grack LG ober ben Binfel LCG burchtauft; bet = IGC .... IAC, sbee Dem Unterfolebe ber Parale lare ber Benus und der Sonne gleich ift. Go verbalt ef fic mit allen Duntien auf Der Geite INH. Die eine Salfte fieht den Eineritt fpaten and die andre, unter der Linie GLA fruber, als er aus C erfcheint. Allenthalben aber verhalt fich biefer Unterfchieb ber Beit, wie ber Unters Mied ber Barallaren ber Benus, und ber Gonne, Der ju Der Sobe gebort, in welcher man an jedem Dete Diefe Beftiene fieht, Dagegen ericheint Der Austitt ber Benus, in bemfelben Berbaleniffe, in jenen Buntten and fpater, und in Diefen fruber, ale im Mittelpunfte ber Erde; Mochte fich baber Die Erbe nicht um ihre Are breffen, fo marbe bie gante Dauer bes Durchgangs bennoch allenthafben faft gleich groß forn. Allein Benus ift ben ihrent Durchgange rudlaufig, und Die Erbe brebt fich ibr entgegen, fo, baf I burch N nach H gebt. durch wird bie Daner bes Durchgangs allenthals ben gwbichen I, N und H verfurgt. Mus I j. B. fleht man ben Sintrict, wenn Benus in G ift also spater, als aus C. Rommt nun der Punft Ly wahrend des Durchganges, aus I nach N., fo fiest er, jugleich mit bem Mittelpunfte C, ben Austritt, wenn Beaus in O iff. Alfo ift die Daner Des Durchgangs in I allemal target, als in Og und um befte targer, je fcneller I forte geriffen wieb. Rommt Diefer Bunft, mabrend bes Dutchnanges, bie unter N, wie das immer bet Sall ift; wenn Benus : febr nabe boom Mittele putite der Sonne verbengeht, fo fiebt er ben Audestte ifrager, als C, und es verhalt fich wies Dor der Metarfchieb ber Beit in bem Austritte wis

der Unterschied der Parallagen, und daßer der Unterschied der gangen Daner in I und der Daner in C, wie die Summe der Unterschiede der Parallagen, die jum Ansfange und jum Ende des Durchgange gehören. Wäre aber I, während des Durchganges, nicht einmal die N gefammen, so würde jener Unterschied den Dauer sich nur wie der Unterschied der Unterschiede der Varallagen verhalten,

Dagegen wird auf der andern Geite-den Erbs fugel, in HMI, durch ihre Drefung, Die Dauen des Durchgangs burch die Sonne verlängert. Denn fesen Gie, daß in H Die Conne untergebt, indem Benus in Die Sonne tritt, fo befindet fic biefen Planet altdann in F, und er muß noch derch den Binfel FCL laufen, che man feinen Gintritt aud Es ift aber FCL wieder bem Unters folebe ber Parallaren ber Benne und ber Conne. CFH - CAH, gleich. Drebt fic nun bierauf H durch M nach I. und fiebe jener Punte bier ben Austritt ber Benus in ber aufgebenden Sonne, fo ficht er ibn, wenn ber Blanet in E ift, alfo fpater, ale aus C. Die gange Dauer ift alfo im Berbaltniffe ber Cumme ben Unterfchiebe ber Bas rallagen, langer, bie jum Anfange und jum Enbe bes Durchgauges gehönen, als Die Dauer in C. Und wenn man einen Det unter einem Paraffels treife mabit, beffen Rachte gur Beit bes Durchgam ges fury find, fo fann man es allerdings babin bringen, bag man ben Eineriet ber Benne in ber untergehanden und ben Austrict in ber aufgebons den Samme wahrnimmt. Ga fann ber Unterfebied in ber an verschiedenen Orten beobachteten Damet des Durchganges ber Benns fo graf weeten, baf fic auf ihm die Parallage ber Goune ungemein genau besimmen läßt, wenn man nicht beom Scobe Durchgang ber Planeten durch bie Sonne. 229

achten um eine oder jwes Gelnuben in ber gelt ger ficht haben follte.

#### an merfuu's en.

1. Penn in S die Sonne (Fig. 130), in G die Erde und in C ein obrer Planet ift, so tons nen wir augenscheinlich aus G nicht die ganze erd seuchtete und gerade nach der Sonne gekehrte Seite des Planeten sehen. Je größer der Winkel GCS ift, um desto größer ist die Phase vor der Bruch des Planeten. Dieser Winkel ist aber, ben übris gens gleichen Umständen, am größten, wenn CG die Bahn der Erde in G berührt. Alsdann wird sin.  $G = \frac{SG}{CS}$ . Je größer also CS ift, um desto

fleiner wird jener größte Wintel. Daber ift er ben den weit entfernten Planeten ju flein, als daß wir an ihnen Phafen bemerken follten. Benm Mars aber macht er oft über 42 Grade aus, und daber ift der Abgang an der völligen Rundung feiner erleuchteten Scheibe uns merklich.

2. Ift dagegen de Erbe in C (Aig. 130), und SH die Bahn eines untern Planeten, so läßt sich leicht einsehen, daß dieser nur voll erscheinen kann, wenn er sich nabe an der verlängerten CS besins det, und in seiner obern Jusammenkunft ist. Bessindet er sich zwischen C und S in seiner untern Jusammenkunft, so tehrt er und die seine dunkle Geite zu. Ist er in K, und CK eine Berühr rungslinie, so erscheint und der Planet halb erleuche tet. Je weiter er aus K, nach der Linie CS zu, weggeht, um desto mehr nimmt sein Licht ab. Bon der andern Seite hingegen in H, ist er um mehr, als die Halfte, erleuchtet. So kann man

sgo ...... 🖰 : Brienzigfter : : 22tirf.

an jedem Dute, wa. er fich bestodet, ale in: Ga aus dem Winfel SCG seine Lichtgestalt, benechnen Man thut dieses auch in den aftronomischen Ras sendern wirtlich, und die Erfastung bestätigt die Richtigfeit dieser Berechnungen.

3. Um das gange Planetenspftem beffer überfebr ju tonnen, füge ich folgende Zabelle ben :

Densegung.
1 10
2 30
1 0
1 30
1 30
1 30

man die C	byich a Limit	Pinnt igliác	der der	Reft:m	iti 2 <b>1</b> In <b>ce j</b> el	ng rvan - 66 heilt – forhat ven Plangten, lfgefühtt. 214
To the control of the	2 0 0 0 10 1784 1784 18 18 18 18 18 18 18 18 18 18 18 18 18		5	\$ 3 28 20 2 1.4 26 1.8 0 31	Rethumg : a 1750 Jenner I Beives.	nernigen one state ber Bahn
	4/4: 85	11,274 1439		ningefahr D. Erbe gleich	Durchmeffer Brofe	Durdmeffer u. Grbfe

Der Ring bes Bobat eine Reigung von 31.° 23' jur Eflipeif innd fein Knoten liegt im 11 Beiden 17 Geabe 23 Minaten. Menn ber Palde moffer der Augel des der Tift, so wied der gebfte Dalbmeffer seines äußersten Meisen = 2,26600 die Breite desseine = 0,1528, die Huite des leeren Zwischenraums zwischen beiden Reisen = 0,0628, die Breite des innern Reisen 0,4397, der größte Paldmeffen des innern Reisen 0,0503, die Breite des leeven Naums zwischen der Augel und dem innern Roisen 0,6106. Ferner ist die Abplattung des Sasurus, wie 2062: 2281; des Jupiter, wie 23145 und des Mars, wie 15:16.

١٠.				=	1 11 1 4 11 1	111	-		,			į.
1		stermjah r	7		ž tř	optides	get:		3	moifd.	es Jah	•
+4		8	2561. 15 18.	<b>37 6.</b>	3.40	23 61.	I	8	3 84	Er C4. 3 39	3 39.	
+0		Ĕ	\$,		ŧ	8	*	8	8		7	•
0+	365	0	•	g'ii	365	CR:	\$	48,926	1	ł	İ	1
Ç	<b>2</b>	8	8		Š	2	¥		Ş	#	E	X
12	1338		압	, <b>g</b>	4330	•	2	3	398	*	£	*
<b>(</b>	1070x	£	z		10749	4	Ħ		978	<b>io</b>	•	•
୍ର	į	1	1	1	. 20	•	2	*	1	1	į	Ì
				•	•							

# Durchgange ber Planeten burd Die Sonne. 223

Der Conne mittlere aquatorifce Softzontale parallage ift von 8,7 Setunden. Ihre mittlere Ente fernung pon ber Erbe beträgt 28708 Dalbmeffer Der Erbe- Meinfter fceinhater Durchmeffer ber O 31' 28", größter 32' 33", mittlerer 32' 0,5". Ihr wehrer Dyrchmoffen verhalt fich jum Durch meffer der Erde, wie 110,3731 ihr forperlicher Mann ju bem ber Erbe, wie 1344476 : 1, ihte Dberfläche meder Erbftäche, mis 12181,5 : t. Anomalifisches Jahr 365 Tage & Stunden 15 Mis nuten so Sefunden. Schiefe ber Effintif 23° 28'. Ihre Abnahme in 200 Jahren: 83 Sekunden. Bors zudung der Rachtgleichen: 50% Sefunden jabrlid. Umwaltungezeit ber Sonne: 25 Lage 10 Stunden. Reignug ihrer Are gegen die Elliptif 82 Grade 40 Anoten ihres Moundors in dem 18 Brade ber ip und ber X. Ummaljungsjeit ber ?: 23 Stunden ar Minuten, ber 6 23 Stunden 56 Minuten 3. Sefunden, bes & 24 Stunden 40 Minuten, bes 4 o Stunden 36 Minuten, usb des Saturada: 10 Stunden 14 Minuten 4 Sefunden.

Trabanten ober Mebenplaneten.

Erelanten		0	Periobifder Ums				laun <b>Ba</b> b	g ber	Mbitend in Dalbweffern bes Dauptplaneten
8	I	2. 8 13	©t. 17 11		19,3 1,5	gagen	gro	Stabe	8 <del>4</del>
<b>y</b>	ft 71		32	45 50 18		31	0	23'	1,4 1,8 4,893
I	<b>∧</b> u u		17 12	44	22 12 /	31	0	23' 23'	6,268 8,754 20,295 59,154

<sup>3)</sup> Diefer breht fich in berfelben geit von 79 Lagen p Ctunben 47 Minuten ein Mal um feine Are.

30 18 618 3 43 聖皇 7 19 42 3313 0189 3846185 0 35 37 116 38 4- 15,14年 . ମିଷ୍ଟ୍ରେ**୭**ର →\*\*3**6.63**G. TANKATP ... Des Pondes gebfie Dortsontulparaffare rodz'238" Side 124 17 Miller Ster 15 24 15 400 57 2448 . La Ber igreden fandundere Dulsmeffer to. 5 al C. BB12 nagen ge Ciimiter : dieter strift -- normie C es mann sibbunder Blad gie Bie eine beite beite beite beite Berger Ber beit hand ber Beiter Berger in beiter المنطقة المحتسوة meffer der Gobe; wie vis 3/658 Die Dietfläche bes Mondes ift gur ben bart !!! ! ?: Dbetflächeibeir Gibe wie : 1 3/866 ರ⊈ ಕಾರಣದು Die Weperliche Infialt vos Mondes ift pas in: Dette Subaltaber Cibe) intel 12'48/869 Die Bewegung ber Insten ber Mondhahn macht taglich ins Mittel , 3 103 Die Bewegung ber Apfiden bet Mondbabn 40 39 32 Reigung der Mondbahn gegen die Effiptife gfößte Reigung der Mondbahn gegen die Efliptif : fleinfte Reigung der Mondbahn gegen die Efliptif, mittlere Mittlere Efgentrigitat ber Mondbahn 107055 . , Ein Sternmonat und bie Ummaljungszeit Des C macht: 27 E. 7 St. 43 M. 11,5069 S. Ein periodifder Monat betragt: 27%. 7 GL 43-M.

Einspreissen Manar beträget 20.50 I 2 Ep. 44 M.
2,6304 St.
Einspreissississen Monat beträgt: 27 E. 49 St.
IB M. 35 S.
Winderspreississen Schrift Schri

Cin und zwanzigfter Brief.

Ich habe mich mit Ihnen legthin von ben Durche Saugen Der untern Planeten burch Die Conne untere balten, und es ift nothig, daß wir uns bep biefer Materje und etwas vermeilen. Da ber fcheinbare Durchmeffer ber Conne. an. 32 Minnten beträgte und Benus bep ihrer untern Bufammenfunft, mit ihrer relativen Bemegung ungefähr 1 Minute in einen Biertelftunde gu durchlaufen pflegt, fo Teben Sie leicht, daß ihr Durchgang durch die Sonne bis \_ Stunden bayern fann, wenn fie durch ben Mittenunft, ber Sonne felbst geht. Ihre Entfers nung bon ber Erde nerhalt fich alsdann jur Ents fernung ber Sonne von ber Erde ungefahr,, wie 3:10, und daher macht thre Paraffare an 10 p and, menn p die Parallare ber Sonne bedeus tet. Den Unterschied aber ber Parallagen, von welchem ber' Unterfchied ber Beit abbangt, ba man ihren Eintritt ober Austritt von ber, Erde Bebt, ift 3 p, alfo betrachtlich größer als p. Ware bas, was man unmittelbar; aus dem Unterfchiede ber banbachteten Zeiten findet, fleiner ale p., fo wärde, der ben ber Berbachtung etwa begangens

Arbier fich, wenn man bie Connenputante p barans berechnet, noch vergrößern. Go aber wird er wirflich um mehr als bie Saffee stottalmen . und eben beffhalb find: Die Durchgange ber Benus, ben der Beftimmung - ber Gonnenpaudlage, ben Durchgangen bes Merfure vorjugieben. Denn bie Parallage bes Merfurs ift fo flein, baf ibr Unters foleb von ber Sonnenparallage weniger beträgt, als Diefe.

Seten Gie baber inbeffen die horizontalpas rallare der Sonne auf 9 Setunden, fo wied 3 p 21", und es murben alfo die Beiten, in wele den swen Dite ben Gintiltt ober ben Mustritte ber eine ben aufgebenber, ber anbre beb unter gebender Sonne feben, um ben Beitraum velfchies ben fenn, in welchem Benus ben boppelteit Bos gen von 21", ober 42", burchlauft, bas ifte um 10 bis it Minuten, wenn biefer Planet ein Blos fer Puntt mare und feine Breite hatte. Er' bat aber einen aufehnlichen fdelubaren Durchmeffer, und ba feine Breite für einen Ort ber Erbe beich bie Parallage vergrößert, für ben andern valleins bert wirb, fo macht diefer Amftanb in ben Beite punften, ba man die Berührung ber beiben Schels ben bes Blaneten und ber Conne fiebt, einen noch größern Unterfchied, fo bag berfelbe überhaupt auf 15 Minuten und barüber fleigen fann, wenn bet Planet nicht febr nabe benm Mittelpunfte burch Die Connenscheibe gehet. Da 15 Minuten 900 Sefunden ausmachen, fo feben Sie leicht, bas auch ein gehler von 3 Sefunden Zeit in ber Beobs achtung unt 300 bes Baujen beträgt, alfs and Die darans berechnete Parallage nur um 300 ibees Größe unficher machen fann. Cben aus Diefer Urs fache batte Dalley die Brobachtung ber Durche

gange de Menus den Aftronomen fo angelegente bich empfohlen, weil man tein anderes Wittel beune, durch welches die Sonnempanallane fich fo genan bestimmen läft, als burch einen folden Durchgang.

Man fann alfa binf aus ber Bergieichung ber verschiedenen Zeitpunfte, in welchen der Durche gang ber Benus an verschiebnen Orten anfängt ober fic endigt, Die Paratlage bet Conne febr genan finden, befonders wenn der Planet bom Mittelpunfte ber Conne etwas entfernt bleibt. Mur muß man alebann die Berfchiedenheit in ber geographischen lange Diefer Derter genau miffen, Deren richtige Bestimmung mehrentheils febr fower ift. Man fann aber auch Die Sonnenparallage aus ber Daner Des Durchganges an verschiebes men Orten berechnen, und diefe swepte Dethobe hat ben Borgug, baß man bey ihr weber bie Breiten noch Die gangen ber Orte genau ju wife fen notbig bat. Rur muß man bie Sobe bet Sonne an jedem Orte benm Cintritte und benm Enstritte genau fennen, um ju miffen, ju mels den Soben die gefundenen Parallaren geboren, Diefe Methode ift unfehlbar Der erften vorzuglebn, wenn der Planet febr nabe bem Mittelpunfte Durch die Sonnenscheibe geht, weil da ber Unters foied swifden ber Dauer bes Durchganges, nache bem er von der Oberfiache der Erbe oder aus threm Mittelpunfte betrachtet wird, boppelt fo groß werden fann, als ber Unterfchied in bem Anfange ober dem Ende beffelben. Dat aber Bes uns eine etwas farte Breite, fo fann ber lettere Anterfchieb griffer fenn, als ber in ber Danen weil alebann oft ber fas eintvitt, bag berfelbe Det ben Gintuitt fomaßi, ald ben Antritt, fraget

svor iparor fleht, : uns ver Mittelpunkt der Erbe, fo, daß-mun, um den Unterschied in der Daner zu ethalsen; die Unterschiede der Parallaren ubcht abdiren, sondern son einander abziehen maße ide man denn nothwendig einen Rest erhält, der wei wiget ausmändt, als diese Unterschiede selbst.

Es ift ben biefen Durchgangen, wenn fie recht brauchbar fenn follen, ungemein viel daran gelegen Die portbeilbafteften Orte ju ihrer Beobachtung ju mablen. Rach beiden Methoden find die Zeits unterschiede am größten, wenn ber Eintritt und Austritt berm Aufgange oder Untergange Sonne beobachtet werden fann, weil alsdann die Parallaren am größten find. Braucht man bie erfte Methode, fo muß man Orte auffuchen und mit einander vergleichen, wo entweder bie eine, oder die andre Seite des Salbichattens der Benus zuerst die Erde trifft, oder wo sie die Erdfugel perlagt. Denn in zwegen folden Orten ift ber Unterfchied in Der Zeit Des Eintritts ober Des Austritte fo groß, als moglic. Braucht man bie zwente Methobe, fo muß man, wo moglich, zwen Drte mablen, beren der eine eine farte norde liche, und ber zwente eine farte fudliche Breite bat, bamit an bem einen ber Tag, und an bem andern die Racht nicht langer fen, als die Zeit bes Durchganges , und alfo in beiden der Eintritt und Austritt auf den Aufgang und Untergang ber Sonne falle. Die Sonne muß jur Beit ber Mitte bes Durche ganges burch den Mittagefreis beider Orte gebn.

Man rechnet big Dauer eines folden Durchs ganges, ibon ber innern Berührung der Rander bes Pfaneten und iber Gonne an, bie mieber gut finiern Berührung berfelben. Denn die aufrie

Manhbroder daft fich init feiner Juppelaffteleie beobe anten . . und "felbft die Bestichtung ber, immun Berabrung wird burch die Umafbhave der Benud dwas, unfider. Werben unn beveleichen Beobada tungen witflich: bengefiellt je fo berechnet man best · Durchaugy is mie gine Camenfinffernif, indem monadia ben orbie Gatnenpavallage, fo genqu man fe fennts..jum: Brunde legt. .. Sabem man nachben Diefe Rethunngen mis Den befich- und emberfaffige fen Benhechtingen vergidicht : fiftt man fogleich, st. man die Bonnennarallare ; nach Ben Bephach mingen, nach Atmes größer ober feiner annehmen maffe. Mast macht daber immer peue Berfuche, bis man endich diefenige Marallape findet, welche mit jenen Besbachtungen am beften übereinftimmt. Co berfubr man ben ben Dorchgangen ber Benus was 17631 und 1760, and feste bedurch die mittlere Entfemung ber Sonne ban ber Erbe, bis etwa auf gan Gret Broge, aber bis auf: 237 Erbhalbmeffen, wie :es fcheint, außer Inreifel. Une fern Rachfontmen ift et porbebalten, fie noch ges nauer ju heftimmen.

Austr den Allaneten aben, welche Sie jest ums ständlich kennen, giebt es noch plele audre hims melektreren; die eben so gut, wie die Planeten, Burger unfers Sonnenspikens find, ungeachtet fin und nur seinen Erheinen. Man nennt sie Kosmet en, oder Haurkerne, weit sie mehrentheils mit einem Echmeise versehen, find, den man mit de Haaren des Kopfes verglichen hat. Dieser Schweif, ihr blasses licht, und ihre seitene Ersschweif, ihr blasses licht, und ihre seitene für Sonschwungseinmachten, das man diese Sterne, für sanzten gewert linglicksfälle hielt. Indessen saben wicht alle Kometen Speseise, sindesse einige ers

fcheinen biof als unde Scheiben, find aber bem woch wie in einen Debel gehallt. Leberhaupt und terfceibet man burd Reunribre in ihrem Ropfeand wenn fle einen Schwelf haben, mehrentheils ben Dunfifreis und ben inwendigen bellen und undurchfichtigen Rern. Dan bet aber aud an dinigen , bie einen aufebnlichen Gewelf batten: gar feinen eigentlichen Ropf ertennen finnen. Ihn Licht ift blag, trabe und weißlich, juwellen aber and, wiewohl felten, hell und glangend. Schweif befindet fic allegeit an der von des Sonne abgewendeten Seite, und ift mehrentheils gerade, oft aber auch gegen fein Ende etwas ger Brummt, und wohl gar getheilt. Auweilen ift en flein, juweilen aber and ungemein groß, fo bas feine gange bis 70 Grade am himmel einnimme? allemal aber fo bunn, daß man bie Sterne burd ion bindurch feben fann. Die meiften Kometen find wegen ihrer großen Rieinbeit bloß durch Rerns röbre fictbar; einige aber werden, indem fie fich Der Conne nabern, viel großer, als Die Planeten, und ihr fceinbarer Durchmeffer ift juweilen bem Des Mondes gleich. Sie find jumeilen aur eine einzige Racht, überbanpt nur eine furze Beit, und boffens einige Monate lang, bem blofen Mage 3m erften Unfange ibret Sichtbarfeit And fie gewöhnlich flein und blaf, und geben febe langfam zwischen ben Firftrenen fort. Rach und nach werden fie größer, ihr Licht wird heller, ihr Schweif, wenn fie einen haben, banger, und the Lauf foneller.. Gie nabern fid indeffen ber Conne bumer mehr. Glebt man fie nun nathber, wente fic fic wieder son ihr entfernen, fo weiden; fie wieber nach und nach immer Meiner and lange famor in ihrem Saufe, bie fie in furger Beit und gans

gang and dem Gesicht derschwinden. Gie burche dreigen den Himmel bald nach dieser, bald nach jener Gegend, und gehen nicht so, wie die Planm den, bloß nach der Ordnung der Jeichen. Auch haben sie keinen gewissen Shiertreis, sondern sie zeigen sich bald in diesen, bald in jenen Sterns dildern. Riemals aber durchläuft ein Komer, so lange er sichtbar ist, einen ganzen Umtrois von 360 Graden am himmel, sondern immer nas einem Theil dabon.

Die Rometon geben, fo lange fie fichtbar findfo wie andre Sterne, taglic auf und unter. Gie nebmen alfe au ber Deebung ber Erbe teinen Theil; and find him melstbupes, nicht aber, wie bie meiffen Alten glaubten, Lufterfdeinungen. Reme ton geigte gnerft, baf fie fich in langlichen Ellipfen um bem Dietelpunft ber Conne, als ihren Brenne puntt, fo wie die Planeten, bewegen; und ba feine Theorie mit ben Besbachtungen fo genan Abereinftimmt, daß Sallen fogar im Stande ware. nach ihr die Wiederfunft eines Rometen, ber auch 1750 wirflich ericien, an 70 Jahre vorans ans aufandigen, fo barf man wohl weiter an ihrer Richtigfeit und Gemifbeit nicht zweifeln. Uebers Diefes if auch die Grafe der Lometen oft fo am febnlich, als Die ber Planeten. Der Roon bes Roo meten von 1744 war langlichennd, und nach den beffen Besbachtungen an 1976 Meilen lang und orr Meilen breit. Er abertraf alfo ben Mond etwa 14 Mai an Große, und bie Sobe feines Dunfte kreifes aber bem Rerne warbe auf 8000 Deilen berechnet. Gein Schweif aber bebnte fich im Uns fange bes Achenard barth eine Lange von 7 Mile Hanen Meilen aus.

Die Bometen Saben ibr ilicht von ber Gonne, wail: es um befto ftarfet wird., je mehn fie fich der Course nabern, und mil es an den nach der Sanne gefehrten Ceite am lebhafteften ju fenn pflega., Aeberdiefes ift ies auch gewohndich ... bleich und ju fcmach, als daß es ein ihnen eigene thumliches Licht fenn fomnte. 3br Rein, wind: ofte wenn fie fich der Sonne fehr nabem, gertheilte aufgeloß ober entgubet, wenigftens' febr. Deram bert, und man fann mohl nicht zweifeing. baß bie Sonnenbige Die mahre Urfache Diefer Beranderung if. So war der Komet von 1680, als er aus feiner Connennabe juruckfebrte, viel tinner, als pprher. So fah man an dem Rometen von 2744. Bon 5 Rebruar aus dem der Sonne gugefehrten Theile Gines Remes einen bellen Dampf auffleigeng und am 2/7: Bebryar faft ben gangen, Rern bampfen. Dan fonnte, auch burch die ungleichen Stufen bes Lichts in feinem Dunftlreife mehrere Schichten von Dampfen boutlich unterfcheiben, Die nach und nach auffliegen und einander folgten. Budre Sos meten baben nabe ben der Conne faft ihren gans gen Rern eingebußt, indem diefer nach und nach aufgeloff, murbe, und ben Dunfifreis und ben Much ber Romet: won 1769 Someif vergrößerte. war ach fast nicht mehr abnitch, als en son ber Sonne jurigftehrte. Es ift alfo mobl unlangbar, daß die: Rometen, wenn fie fich der Sonne febn naberny eine außernrhentlich große Dite anteftebne Die mabricheinlich oft bis jun Entjundung: geht, ibre gange Daffe durchbringt und verandent, und Die fie nachher fehr lange bephehalten, che fie: fie ganglich verlienen. Much läßt fich aus ben. Boobs achtongen über bie Rometen foliegen, bag ibt Schweif ein Theil ihres Dunftfreifes ift, ber burch

die eigne Materie des Kerns, wenn fie sich von der hies auslibst, vergedsert wird. Der Schweif weicht von der geraden Linie, die durch die Mitsteinunkte der Sonne und des Kometen gezogen wird, allejeit nach derjenigen Gegend etwas ab, von wolcher der Tomet herkommt, oder er bleibt in seiner Bowegung allejeit etwas juruck, und wird besonders in der Sonnennäße an seinem Ende oft inerklich getrückunt oder gar getheilt. Sie sehen wine mein Chneen, daß die zeschweiften Kometen sich nicht um eine gewisse Are drehen. Denn ihr Schweif müßte sonst an dieser Bewegung Antheil nehmen, nach um dieselbe Are herum mit sortges wissen werden.

Es giebt nicht nur Rometen, welche ber Sonne nabe tommen, und bennoch feine Schweife Saben, fondern and folde, die weit von ihr entfernt Sleiben, und bennoch mit Geweifen erfcheinen. Swar batten die Kometen von 1720 und 1747. welche ber Sonne nicht einmal fo nabe famen, als Pars, feine Schweife; allein : es waren unter aus Dern anch Die Rometen von 1683, 1706, it. f. [w. sone Someife, bbgfeich fle gwifden ber Benus, und bem Mercur durdgingen. Dagegen ericbies / den die Rometen von 1652, 1723, 1742, die ber Conne nicht fo nabe famen, ale Benus, mit Schweifen. Einige Rometen befommen nabe un ber Soune lange Schweife, ber andern bleibt ber Schweif turi, ungendtet fie fic ber Sonne mehr nabern, all jene. Der Komet von 1744 zeigte fich Aufungs sone Schweif, exhielt aber einen, als er fic der Sonne naberte. Der Soweif wurde bieranfimmer griber, und alf ber Romet von ber Sonne jurkettebete; fat maniblof feinen febrigreffen Stawoif, Der in & Streifen gertbeilt war.

# 3men und zwanzigfter Brief.

Nach der Remtonichen Theorie beworen fich Dimmeleforper, Die ju unferm Sonnenfpfteme ger boren, in Ellipfen, in beren einem Brennpuntte fic ber Dittelpunft ber Conne befindet. Sabe Ibnen bareits gefagt, baf bie Erfabrung Diefe Theorie, auch in Unfebung ber Lometen, ber ftatigt bat, und Gie werben fic von ihrer Co wißhelt in ber Aulge noch mehr aberzeugen. Die elliptifden Babnen aber ber Planeten und Comes ten unterfcheiden: fic porguglich barin, bag jene une wenig, diese febr ftart, von Rreifen abmeis chen. Chen befibalb find bie Rometen wur fo furge Beit fichtbar. Denn ihr bleiches licht macht, baf wir fie nur in dem Sheife BAH (Rig. 23), ibren langlichen Babn febn, welcher ber Sanne F nabe if und fie mabrend ber gamen Zeit, ba fie ben abris gen wiel größern Theil Derfeiben durchwandern und fo weit ober meiger son und entfernt finb. als Jupiter, gar nicht bemerfen. Und Diefe Beit ibrer Unfichtberfeit ift um befte lauger, ba fie fic um defto langfamer bewegen, je meiter fie fic bon der Conne entferpen acht am jangfamften in ihrer Sonnanferne in B; weil auch bes ihnen die Zeis ten fich :fo verbalten, wie ben ben Blaneten, und 1. B. Die Beit bit Laufs burch ben Bogen AD' bund ben elliptifden ausfchnitt AFD gemeffen en in D.

Die Rahnen faft aller Kometen, die man bis jagt besbachtet hat, find fo ungemein efzentrifch, daß die kleinen Theile derfelben, in welchen die Rometen und fictbar find, fic ben Parabeln faft gar nicht mertlich unterfcheiben. if: Daber pflegt man, benn ein Romet erfcheint, amunchmen, bas er fich in einer Barabel bewegt, nub unter bier fer Borandfegung feine Babn ju berechnen. burd wird bie Betechnung ungemein erleichtert, well to einer Barabel ABMN (Sig. 138), beren Mes AD, der Brennpunft F ift, fic Die Auss foritte AFM. AFN viel loldter beftimmen laß fen, als in ber Effipfe. Es mag ber Punte M Regen, wo man will, so balt, wenn man and ihm Die Linie MP fentrocht auf Die Ape piebt, ber Abschnitt APM zwes Dritttbeile von bem Rechts ede aus AP und PM. 2 Liebt man nun bas Drened FMP von biefem Abfautte ab, fo bleibt der Ausschnitt AFM abrig, welcher bie Beit bes Laufe burd ben Bogen ABM mift. Reuner finbet man, wonn man AF ober bie Entfernung ber Sonnennabe von bem Mittelnuntte ber Gonne weiß, die Encheniang FM febr leicht in jedent Bunfte Der Parabel aus ber mabbin: Anomalie, Boer umgefehrt Diefe aus jener. 5 3a felbft wenn AF anbefannt ift, und men zwey verfchiebne Entfernugen FM, FN nebft bem Bintel tomit ben fie einschlieben, lift fic bie mabre Anomalie und baber auch ber Punft bes Sonnennabe obne biele Schwierigfeit finben. 4

Da man auf diese Art von einer Kometenbahn weber die große: Are noch die Samenfeine fennt; so fiebt man die Zeit der Somennäße des Komes win, als die Spocke an, von welcher man seine Bewegung rechner, und soft den Anfang der wast win Ansmalie in A. Ferner betrachtet man den Abstand der Sommanäse AF, als die Einheit; in Aufstung der Absign Andmessungen seiner Bahn)

wiewohl man fie inogefammt auch in halbmeffent ber Erbbahn auszudekten pflegt. Die Elemente einer Komatenhahn find alfo folgende: der Jeits punkt der Gonnennähe; der Punkt::der Gonnennähe; der Antender Gonnennähe; der Antender des Gonnen wähe in der Bahn; der Antendinie, und die Breigung der Bahn gegen die Eftiptif. Sind diese fünf Elemente befanut, fo fann man die Erdlänge und Erdbreite des Konnten für eine: jede Zeit isprechnen, und hernach untersteden, ob die Bendrachtung mit der Beruchnung übereinstimmt.

Ein anfebulicher feeinberen Durchmeffer und eine große Schneffigfeit ber fceinbaren Bewegung find mehrentheils fichre Mertmabie, bag ein Lomet ber Erde nabe ift. Ob er fchan in feiner Sam nennabe gewesen ift, ober nicht, last fich mehrens theils febr leicht ertennen. Sogar bie mabre Rich tung feiner Bewegung, auf Der, Goune gefehen, lagt fic oft besonders jur Beit feiner Aufammen. funft mit ber Conne, febr mobufdeinlich beuntheis Denn ift er alebann ber Erbe naber, ale bie Sonne, fo muß er ractlaufte forinen, wenn ag rechtlaufig ift, und umgeliehrt; ben winer obern Bus fantmenfunft binargen verbalt fic bie Gade auf Die entgegengefeste Art. Man fann baber biob burd genane und anfaltenbe Besbachtungen eines Rometen verschiedne wichtige Umftaube, Die fich auf feine Bewegung beziehn, mit giemitcher Babrfcheine fichteit erfennen, und diefe Renntniffe muß mag fich porgaglich elebann vorfchuffe ju berfchaffen for den, wenn men die Bahn beffelben genauer ber Eimmen mill. Denn Die Beit ber Bichtbarfeit bet Rometen ift fo furt, und ber Theil ihrer Babuben fie uns zeigen, in Anfehme bas übrigen Theild fo ungemein flein, daß wir nicht apfmertfam genug

amfrifacions fonten und alle Umfinderzwelchüfe wehten näuffen, und mis seine einigernoßen siche tige Bostollung von ihrem Laufe jurchachen.

Daber And wuch folde Besbachtungen unt Bef Etmmutig iber Balm wites Lometen Die Geftens mele do bon Beit nado fo meit als mbaliden aus eine ander lieben und beni benett ber Somet mit febe serfibilitien . Befchwindikfeiten fartgenaugen ift. Sebboll unte abertmapt feine Gefdwindigfeit ane febulich gewesen feun, unb. aber 20 Beinuten tags 18th Setvator Baben, well fauft geringe Rubler, Die mani: in der: Beobachtung bes Orts, bes Kometen begebe, ligrofe Jerthamer ben Boftimmung :: feinen Babu mach fich giebn. Wenn man zwen gute Beobs achtungen woei ber Art. mablt, und burch eine vooricheinliche Schapung moeiß, ob jurafeit bert fetben ben: Romet ber Etbe naber, ober meiser som the enefernt war, alf. die: Goane, fo: imuß man ankabielelbe Beit bie' Lange ber Comne, with ihre Entfernang bon ber Erberberethnengnund baburd Die Unsweichung bes Remeten fo genandelals moge lich, bestimmen. Estefen A (Fig. 126) / Diet Ort Des Cobe ihr bet Belt beer einen Benbachtung, & ber Det :ber Gente. Dan mache ben Bintek &T Ander: beobachteten Ausweichung bes .. Rometett africh volleden man: T.A. dach Welten pber nach Dien giebt, und im ber Ebne ber Eftiptif bis im A .: gerade: unter fofert über : ben Det : C : berlans gert, in welchem fith machnicheinlich bemirkomet bes findet. fe, daß die bidis C.A. auf jone Ebke, alfo auch auf die Linien Al Th. and A.S fenfrecht ift. So: wied affenbar S:A ibie, redugiste mid. CS bie mabre: Entfernung def ifthmeten, bon, ber Ginne, QSA iff ble Connenbrette und G.T. Ai bien Exte beries and Louistenu GSA aber ben dRinfel an

Der Coupe. Glebt man nun: 3. B. der utdusstellen Entfernung BA eine gewisse maßeschaliche Bulka, so läst sich deraus der Winfel TAS nad AST detechnen. Den legtern abdirt man zur besdachte den Länge des Kometen, nder ntan ziest ihn von ihr ab, und erhält auf die Art die Gennenlängs dessellen. Son so läst sich der Winfel ABC oder die Gonnenbueite des Kameten nacht dem gabrer odes der wahren Entsernung Sie finden, da seine Erdbreite CTA befannt ist.

Sucht man nun auf ber zwenten guten Beehe achtung, die von ber erftern weit genug entfarnt iff, auf eine abnliche Art, burd die willführliche Aunahme einer Linte, wie SA, ober eines Bins Beld, Die Gonnenlange und. Counenbucite :: bes Res meten, nebft ber mabren Entfernung, fo findes man jugleich ben zwifden beiben Entfernungen ente haltenen Binfel, ober ben Unterfdied ber mabren Anomalien, und hieraus die Anomalien felba nota ber Entferung und ber Beit ber Connennabl. Beint es fich nun, wie bas gewiß allemal ber Rall fepu wied, daß ber Romet in ber gefundnen Bas rabel mehrene aber monigese Beit brauchen warbe. um ben giblichen beiben Benbachtungen enthaltenen Bogen in burdlaufen, als zu nach ber Beabache tung wirtlich brancht, fo muß man neue Berftuche machen, und bie willfilbtlich angenommenen Linien ober Mintel fo beftimmen , bas bie Redunna mit ber Erfahrung immer mibr bbereinftimmt. Dat man endlich eine genaus liebereinstimmung erlangt, fo berechnet: man and bent beiben gefundnen Gous nenbreiten and Die Reigung und Die Engeenlinie ber Bahn; und hierand den Det bes Rometen fos wohl and der Coune, ale and ber Erbe gefichen, für einen brieten Belevunft ; 'für welchen man ebene

falle ide gute Berbachtung hat. Etlatnt bie Rade nung mit diefer Berbachtung nicht überein, so nimmt man seine Juflucht zu neuen Bersuchen, bis man es endlich bahin bringt, daß anch die duiter Berbachtung in die gefundne Parabel paste, du: man denn versichert sepn kann, dast sie der nucheen Bahn des Lometen überhaupt so nabe sommt, als möglich, und naber, als irgend eine andre Parabel.

Um fic Diefe weitlauftige und verbriefliche Ars Beit ju erleichtern macht man im Anfange nur uns gefahr Ueberschläge, ben welchen man in den Bins feln bie Sefunden vernachläffigt, und die willfubre fic augenommnen Linien ober Wintel nur in gros fen Theilen ausbruckt. Je weiter man aber bie Berinche fortgefest, um befto genauer tann und muß alles beftimmt werden. Bill man julest Die Senanigfeit fo weit treiben, als moglich, fo muß man febr gute Beobachtungen vor fich haben, und Diefe megen ber Parallare und ber Abirrung bes Lichts verbeffern, nach Beschaffenheit ber Entfers nung des Cometen bon ber Erbe, bie man beb Den legten Berfuchen icon giemlich genau fennt. Dat man endlich Die Parabel aufs genauefte bes Rimmt, fo bleibt nichts abrig, als eine Ellipfe an fuchen, welche ebendenfelben Brennpunft, diefelbe Entfernung der Sonnennabe, Diefelbe Reigung und Anotenlinie, und um Die Sonnennabe berum Dies felbe Rrammung bat, als die Parabel. Denn diefe Ellipfe ift eigentlich bie mabre Babn bes Rometen, burch welche man auch die periodische Umlaufszeit Deffelben berechnen fann.

Gie fefen leicht, baf wegen ber Rleinheit bes Stads ber Bajm, in welchem man einen Rometen

Soobachten Sainty biefe Umfantfejelt immer affigel ficher ift; und: ber fürchterliche Romet wom is anne welcher ber : Goune naber tain, als einen auteren ben man fennt, ift ein einleuchernbes Bopfpiele bied fer Unfichenfeit. Dallen Batte ibm felbft nefebent and feine Babn nach ben beffen Beobachennen bed rechnet. : Rachdem er feine Berechnung mie- bem Befchichte verglichen hatten fette er bie nilmlaufid geit beffelben auf 575 Jahre, fo, bag er entite gegen 2255 wieder erfcheinen mußte. Er bielt ibn für denfelben Rometen, der gleich nach bem Lobe, bes Diftator Cafar fich 7 Tage lang zeigte, und bem Oftavius einen Tempel baute. Dagegen fins bet Guler burch feine Berechnung aus benfelben Besbachtungen, baß jener Komet in 170,77 Jahe ren ein Mal herum fommt, und also 1850 ober 1851 wieder erscheinen wird. Ein andres Beps fpiel giebt ber Romet von 1770, fur ben ble auf eine Menge febr guter Beobachtungen gegrundeten Berechnungen eine Umlaufsielt bon 5 3 Jahren bes ffimmten, ungeachtet er feit 1770 nicht wieber ers fcbienen ift.

Man begnigt fich deshalb damit, bloß die pas rabolischen Elemente ber Kometenbahnen zu berecht nen, und hat deren auch wirklich bis jest einige und achtzig berechnet. Findet man nachhee, daß die Elemente von zweven zu verschiednen Zeiten ersschienenen Kometen völlig oder bennahe einerlep sind, so sieht man beide als einerlep Kometen an, und bestimmt aus der Entseknung jener beiden Zeiten von einander die Umlaufszeit desselben, worf aus sich denn auch die Aren seiner Bahn sinden lassen. So machte es Hallen mit dem Kometen von 1682, welchen er mit dem, der 1531 und 1607 erseien, für einerlep erkannte, und auf das Jahr

2740 vovens enfandigte. Er erfcien 1750 mich wirklich und wird. 1835 wieder erscheinene weil feine Umlauftigit 27937 Eage beträgt. Aber :er ift auch bis: jest der einzige Komet, den men mit Gewisteit vopaus anfundigen fann. Denn euch Diefe Wathaders durch Beggleichung ber ju verschiede men Zeiten ericbienenen Rometen ibre Umlaufezeiten. gu bestimmen, ift nicht gong ficher, vorzüglich bege wegen, weil die altern Beobachtungen größtentheils unguverlaffig find. Gelbft Sallen betrog fich mit dem Kometen von 1661, den er auf das Jahr 1780 antundigte, weil er ibn mit bem bon 1532 nach bem Apian fur einerlen hielt. Denn Apians Beobachtungen maren mabriceinlich unrichtig, und Der Romet erschien nicht. Eben fo wenig ift ber Romet von 1744, den viele mit bem von 1699 får einerlen bieften, 1785 wieber erfchienen, und ob der bon 1737, der 1556 auch gefeben worden. fenn foll, 1917 wieder erfcheinen wird, muß die Bufunft lebren. Der Lauf Der Rometen icheint aberhaupt burch Die Wirfung ber'Planeten, befons Ders der obern und großen, benen fie oft febr nabe fommen, febr gefiort und oft gang verandert ju werben. Bielleicht leiben fie auch noch anbre Bers anderungen, wenn wir fle weiter nicht febn, von Denen wir teinen Begriff haben; wenigftens find fie gewiß nicht burchgebende fo feft und bicht , als Remton geglambt bat.

Mas bisher beobachteten Kometen find ber Sonne naber gefommen als Jupiter, und ihre Bahnen hatten ungemein verschiedne Reigungen, bald nur von 2 Graden 19 Minuten wie der von 1743, bald von 88 Graden 36 Minuten, wie der von 1707. Man sindet auch nicht, doß diese Reigungen um deste größer sen sollten, is

mise die Kometen sich ber Sonne nassen. Et ist als auch falsch, daß die Reigungen der Bahnen der Kometen nur besthalb so groß find, damit sie den Planeben um besto bester ausweichen können. Down hatte dieses Borgeben einigen Sonnet, so musten jene Reigungen um besto größer sepn, jo naber die Rometen der Sonne kommon. Die Erssahrung aber lehet unwidersprechlich das Gegenstheil.

### un merfungen...

- T. Denn wenn man aus dem Brennpunkte F (Big. 23), auf den kleinen Theil der uns sichtbas ken Bahn HAD irgendwohin nach D eine gerade Linle, und von da eine andre DG nach dem ans dern Brennpunkte zieht, so ist der Winkel ben G so klein, weil F und G so weit aus einander stegen, daß man DG als parallel mit der Are AB, also diese als unendlich groß, in Ansehung des Stucks AF, folglich HAD als einen paras bolischen Bogen ansehen kann (III. Band Einleistung 220).
- 2. Denn wenn man pm parallel mit der hals ben Ordinate PM zieht (Kig. 138), und sich vors stellt daß beide Linien einander unmdlich nahe lies 368, so ist Ppm M als ein Rechteck, und als ein unendlich kleiner Theil des Abschieck, und als ein unendlich kleiner Theil des Abschiecks APM anzusehn. Rennt man nun PM, x, AP, x, so isk jenes Rechteck = ydx (III Band Einleit. 237). Da aber px = y² isk (III Band Einleit. 224), so wird pdx = 2ydy (Einleit. 241) und  $\frac{pdx}{2y}$

二 dy. Nun if von dem Produkte 3 xy das Differential 二 3 xdy + 3 ydx (Cinfelt. 238). Also ist dasselbe =  $\frac{2}{3}$  x.  $\frac{pdx}{2y}$  +  $\frac{2}{3}$  ydx =  $\frac{pxdx}{3y}$  +  $\frac{2}{3}$  ydx =  $\frac{y^*dx}{3y}$  +  $\frac{2}{3}$  ydx =  $\frac{1}{3}$  ydx +  $\frac{1}{3}$  $\frac{1}{3}$  yd

Da AF =  $\frac{1}{4}$  p ist (III Band Einseit. 224), so wird, wenn man AF als die Einheit ansieht, p = 4, und  $4x = y^2$ , also auch  $4 \cdot AF = FB^2$ , also FB = 2, und  $AP \cdot PM = \frac{1}{6}y^6$  and  $FP = x - 1 = \frac{1}{4}y^2 - 1$ , also das Drepect  $FPM = \frac{1}{6}y^6 - \frac{1}{2}y$  und der Ausschnitt AFM  $= \frac{1}{2}y + \frac{1}{24}y^3$ .

3. Wenn die Winkelgeschwindigkeit des Komes ten oder vielmehr seines Fährers, in A=C, und in B=c ist, so wird  $C:c=\frac{1}{AF^a}:\frac{1}{BF^a}$  (18 Brief 3 Anmeef.)  $=BF^a:AF^a=4:1$ .

Bey den Kometenbahnen ist AFM die wahre Anomalie, welche zu M gehört. Man nenne die Laugente diese halben Wintels, a, und ziehe MT, die Berührungslinie an M, so ist TF = FM (III Band Einleit. 223) und ben T und M sind im Orenecke TFM gleiche Wintel. Sind nun FE und MD beide senkrecht auf MT, so wird MFE = FMD und EFT = MDT. Danun auch MFE = EFT ist, so wird MDT = ½ TFM. Und sind die Orenecke PMD, TPM einander ähnlich. Daher wird PD: PM = PM: TP. Ist nun PM = y, AP = x, AF = 1; so wird 4 x = y², TP aber ist = 2x (III Sand Cinl. 222), also PD: y = y: ax, solglich PD

man d weiß.

= y\*: 2x = a. Run ift aber auch PD:PM = 1: tang. D. Also ift tang. D = ½y. Dá nun D = ½ TFM ift, so wird tang. ½ TFM oder tang. ½ AFM = ½y = a.

Daher ist der Ansschnitt  $AFM = a + \frac{\pi}{3} a^{\frac{1}{3}}$  (2 Anmerk.) und der Ausschnitt AFB (wo den F ein rechter Winkel, also a = tang.  $\frac{\pi}{2}R = tang.$   $\frac{\pi}{45}$ ° = 1 ist) =  $1 + \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{3}$ . Neunt man nun die Zeit des Laufs durch AB, t, durch ABM, F; so ist  $t: T = \frac{\pi}{3}: a + \frac{\pi}{3}a^3$ , also  $4T = (a^3 + 3a)$  t. Und auf diese Art sindet man, wenn man nur die Zeit des Laufs durch AB weiß, aus der Zeit, in welcher irgend ein Bogen ABM, durchlausen wird, die zu ihm gehörige wahre Andmalie, oder umgekehrt aus dieser jene Zeit.

Man sehe die halbe wahre Anomasie, oder den Wintel EFM = 0, AF = d, und FM = r; so ist FM = TF, = x + ½p, weil AF, oden d, = ½p wied, wenn p den Parameter der Are bedeutet und px = y² ist (2 Anmers.). Also ist 4x. FM oder 4rx = 4x² + px = 4x² + y² = TM², weil TP = 2x ist. Ferner ist sin. FMT = cos. EFM = cos. o und 1:sin. FMT = r:FE, also FE² = r² (cos. o)². Run ist FE² = r² - ½ TM² = r² - rx. Also wied r (cos. o)² = r - x = d und r = \frac{d}{(cos. o)²}; und so sinder man FM aus o, wenn

<sup>4.</sup> Es sepn M und N zwep Punste in der Parabel; die zu dem einen gehörige wahre Unes matte AFM q, die zum andern gehörige AFN p, und ½ q + ½ p = m und ½ q - ½p = n, se wird p = 2m + 2n, q = 2m -

Herner for r = MF und s = NF, fo mire (ebs. ½ q). (3 Unm.) =  $(\cos.(m-n))^2$  $(\cos.(m+n))^2$ . Daher ift und eben fo s =  $V r : V s \equiv \cos (m + n) : \cos (m - n) \equiv$ cos. m. cos. n - sin. m. sin. n : cos. m. cos. n + sin. m. sin. n'(III Band Einl. 186); also auch  $V r + V s : V s - V r = \cos m \cdot \cos n :$ sin. m. sin. n. Man bloidire beides burch sin. m. cos. n, fo bleibt: Vr + Vs: Vs - Vr = cos. m : tang. n = cot. m. tang. n. Es ift aber n dem vierten Theile des Winfels MFN gleich, baber man burch biefe Formel aus ben Entfers nungen FM, FN und dem Binfel MFN, den Bintel m, also auch m+n und m-n das ift: die Anomalien p und q, finden fann.

# Dren und zwanzigfter Brief.

Sie tonnen fich leicht überzeugen, daß die Zahl ber Rometen, die zu unserm Sonnenfpsteme gehör ten, sehr ansehnlich fepn maffa. Denn wir sehen unfehibar die meisten selbst non denen nicht, die der Erde nabe genug tommen, mu auf ihr ficht bar zu sehn. Einige haben eine so große südliche Beeite; indem sie sich der Sonne nabern, daß man sie aledann nur jenfeit der Linix sieht, und ben ihrer Reheltest betben sie oft unter den Sont wenftrabien verborgen. Dager bat man zuweilen

ben gusten Connenfinfterniffen Rombien wien ber Sonne erblickt, bon benen man borber nichts wußte, und die man nachber auch weiter nicht fab. Andre Rometen gebn ben Lage auf und uns ter, ober mitten im Commer ben ben bellen Rache ten, ober auch im Binter, wenn ber Dimmel oft gange Bochen lang immer bemblit ift. Gelbft ein Rarfer Mondichein fann oft Die Rometen unfichts bar machen, und ba bie meifien fo flein find, bal man fie nur burch gute Fernröhre mahrnimmt, fo ift ibre Entbedung mehrentheils ein blofer Bus fall. Go fand Salley, de er 1717 ben 21 Jus nius durch ein farfes Kernrobs - ben Mars beobs achtete, nabe ben ihm einen Rometen, bon welchem wir, ohne biefen Bufall, gar nichts wiffen murg Es fceint alfa, baf mir felbft von ben Rometen, Die ber Sonne fo nabe ober naber tome men, als Mars, und die allermeiften, melde mig tennen, haben fich in Diefem Salle befunden, piels leicht nur ben vierten ober funften Theil wirflich febn. Rach biefer Rorausfegung mußte man ins Mittel an zwen Rometen, Die bis an den Mart, ober noch tiefer, herabsteigen, auf jebes Sabr rechnen.

Aber alle in dem lehtverslofinen Jahrhunderte beobachtete Kometen waren von einander verschies den, und man kennt bis jest überhaupt mit Ges wisseit noch keinen, der eine kärzere Umlaufszeit hatte, als der von 1759. Die übrigen Kometen haben nach der geößten Wahrscheinlichkeit Umlaufsweiten van einigen hundert Jahren. Rahmen wie also an, daß von denen, die bis zum Wars, oder noch tiefer, zur Sonne herabsteigen, die mittiem Umlaufszeit an 300 Jahre beträgt, so mitsten met nigstens an 600 dergleichen Kometen vorhanden septie.

Run ift die Entfernung des Mars von der Sonne nur ein Puntt, in Anfehung bes Salbmefe fere unfere gangen Connenfpfteme. Siebt es alfo eben fo gut Rometen, beren Connennabe uber ben Mars fallt, als es beren giebt, bie fic ber Sonne mehr nabern, als Mars, fo muffen biele tanfenb Rometen ju unfrer Sonne geboren und um fie laufen, Die wir nie ju Befichte befommen.

Die Bermanblung ber Kometen in Planeten, welche einige Raturforfder als febr mabrideinlich eingesehen haben, ift nicht gur angerft unmabricheine lich, fondern fogar unmbglich. Denn erftlich geben Die Planeten insgesammt von Beften nach Often, Die Rometen aber nach allen möglichen Richtungen. Welch ein erfaunender Bufall, wenn unter fo vielen taus fenden bloß fieben Rometen von benen, Die fich von Beffen nach Offen bewegen, ju Planeten gereift fenn fofften ? 3mentens find die Bagnen affer Sanptplas neten und bes größten Theile ibrer Ronbe in einen fletnen Streifen, ben Thiertreis, eingefchloffen, befi fen Breite faum ben achtzebnten Theil Des gangen Ums fanges ber himmelstugel ausmacht. Man fann bas Ber viele Millionen gegen Eins feten, daß die Plas neten, wenn fie aus Rometen entstanden maren, fic nicht blog im Thiertreife bewegen warben. Sie noch bingu, baf auch bie Ebne bes Aequators der Sonne in Diefen Stretfen fallt, daß alle Babnen Der Planeten faft treisfbemig find, und daß- diefe himmeisterper fich alle, fo weit wir bavon unters tichtet find, nebft ber Sonne, von Weften nad Offen um ihre Aren breben, und Sie werben bie Unmbas sichfeit der Bermandlung ber Kometen in Planeten noch lebbafter fåblen.

Ueberhaupt finden wir die Kometen und Planeten in allen Studen, in welden wir fie vergleichen fans 28 . 1

nen, ganglich von einander verfchieben. Die erfiera fceinen bochft locter ju fenn, und gang aus einem Dicten Rebel gu befteben, ber fich fugelformig gufame mengebauft bat, und ebendofbalb in der Ditte mit einem dichten Rerne verfeben ju fenn fcheint. beweift das matte Licht der Kometen, Die Bertbeig lung ober Anflosung ihres Rerne nabe an ber Gonne, ibr Schweif, ber Mangel bee Ropfes ben vielen, und ibre ungemein geringe Daffe. Der Romet von 1340 ging swifden bem Monde und ber Erbe burch, sing beibe im geringften in ihrem Laufe ju fibren. Cowarf einen Schatten auf den vollen Mond, jum Bee weife, daß er ein duntler von ber Sonne erleuchteten Rorper war. Und der Romet von 1744 fam bene Merfur fo nabe, daß er den Lauf diefes Planeten nothwendig merflich batte verandern muffen, wenn. feine Maffe tininermaßen beträchtlich gewesen manes Der Komet von 1770 hatte einen febr unregelmäßie gen Lauf alder der Erbe nabe war, abne baffen in der Benegung der Erde die geringfte merfliche Berånderung, vormesscht bette.

Wir kellen uns gemeiniglich, wenn wie uns dach Sonnenspftem gedenken, unsere Soune bloß mit Placeneten umringt vor, und veugeffen die Rometen gange lich, die doch das gange Ansessen der gabireichsten und altesten Burger unserer Welt haben. Die Jahl der Planeten ist gegen die ungehenre Menga der Komesten, und der Raum, den jone einnehmen, gegen den gangen Wirkungstreis unserer Sonne, in welchem wahrscheinlich allenthalben Kometen herumschweisenz wahrscheinlich allenthalben Kometen herumschweisenz speile unsers Spsiems, vielleicht Stücke, die von der Sonne selbst abgeriffen worden sind, zu senn schen Wenn Sie Sich von dem Wirkungstreise unserer Sonne einigen Begriff machen wollen, so erumsungspen Segriff machen wollen, so erumsung

Sie Gid nur, baf nad Bradlens Beobachtungen Die Sonne, felbit von ben nachften Firfternen, mabre fcbeinlich um mehr, als 40000 mittlere halbmeffer Der Erdbahn, entfernt ift. Die Ripfterne aber leuchs ten mit einem ihnen eignen Lichte, und find folglich felbft Sonnen, Die unfret Sonne an Brofe nichts nachgeben, weil biefe, in ber ungeheuern Entferwinng der Firfterne, und, fo wie fie, blof als ein Beller Bunft erfcheinen marbe. Unfehibar find alfo and de Riefterne mit bunteln gorpern umgeben, welche um fle laufen, und von ihnen erleuchtet werden. Jede Conne gieht die Abrper, die ibr nabe genug find, gleichfam an, wie Gie in ber Bulge feben werben. Sie bat alfo einen gewiffen Birtungefreis um fich ber, ein gewiffes Gebiet, welches man als das ibrige anfeben fann. Theilt men baber die Entfernung der nachken Rinkerne von det Conne in zwen gleiche Salften, so muß man wahricheinlich Die eine Salfte als den Salbmeffer bet Biefungefobare ober bes Bebiete unfrer Conne anseben. Diese Dalfte aber mach an 200000 mietlere Salbmeffer Der Erdhabn aus, eine uners mefliche Beite von mehr als 4 Billionen Meilen, Die eine Ranonenlugel war in etwa 5 Millionen Nabren burdlaufen marbe, wenn gleich ihre ans fangliche Bewegung burch feinen Biberffand ber Luft ober andrer Rorper geschwächt murbe. unfre gewähnliche Dage find ben biefer bimmlis fden Weffunft unendlich flein. Gelbft bas Licht braucht aber bren Jahre Beit, um von ber Sonne bis an die außerften Grenzen ihres Gebiets in ges langen.

Alle Firfterne, die einzeln über den himmel gere freut find, fie mogen bem blofen Auge fichtbar fenn beer nicht, fcheinen uns viel naber zu liegen als die,

welche in ber Mildfrage ober in ben Rebelfieden jufammengebauft find. Gie maden alfo unfehibat auch mit unfret Sonne ein befonbres Suftem bou Sonnen aus. Bie foll man aber bie ungablbate Menge Diefer Sterne fchapen? Da fie fich um beffe Baufiger geigen, je beffer bie Rernrbore find, burd welche man ben Dimmel betrachtet. Men bet bloß um ben Gartel und bas Schwert Orions an 2000 Mirfterne gegablt. Derr Betfchel verfichett, er habe in einem Raume bon 15 Graben Lange und 2 Graden Breite einmal in Beit von einer Stunde eine Menge von Sternen beutlich burch fein Teleffop geben gefehn, "bie er auf 50000: Lambert fchast ben Durihmeffer bes Gus ftems, in welchem unfee Conne gebort, an 150 Ral größer, als ben Durchmeffer ihres eignen Ger Laffen Gie uns inbeffen annehmen, bag er nur bunbert Dal fb groß ift, und Sie feben leicht, daß das Licht über 600 Jahre Zeit braucht, um won einer Stenge biefes Geftems bis jur andern to gelangen; to daß, wenn wir in dem Mittele punfte beffelben maren, und einer ber Sterne bes auferften Umfanges erlofden möchte, wir ihn noch 300 Jahre tany nachher tinierfort in feiner alteit Stelle feben marben. Aber unfre Sonne befindet fich mahricheinlich nicht in der Mitte jenes Gus Denn ber himmel icheint in ber Gegend Des Orions vorzüglich bicht, und an ber entgegene gefetten Seite vorzüglich fparfam mit Sternen' befest ju fenn. Daber ift es glanblich, ibas wie und bem nach Diefer Gegend liegenden Abeile Des' Spftems naber befinden, als dem, ber nach jener' Begend ju liegt.

Diefes System, ju welchem unfre Conne ges fort, ift von ber Dichftrage burch einen ungemein

gnoßen leeren Ivischenraum abgefondert. Man em Bennt Diefes am beutlichften baraus, baf bie Ran Der ber Didoftrage fo beutlich abgefchnitten find. Gie felbit beficht aus einer gang unglaubliden Menge pon Sternen, beren herr herfchel einmal 588 jugleich in bem Reibe feines Teleffops jabite. Diefes bick einige Minuten auf fo daß in einer Bierteiffunde, med herrn berichels Schapung, 116000 Sterne butch fein ferngehr gingen. Und wenn ein gutes Fernrohr die größern Sterne abfondert und bem Singe bentlich macht, fo blicken both noch immer and bem Dintergumbe , anferft antfernta matte Mantschen hervor, ; bie felbft ein geabtes Auge faum anterideiben fann. Diefe Benhachtungen bemeifen, daß die Mildfrage aus einer großen Menge non Ehrfternfpftemen befteht, Die neben und hinter eine ander liegen, und burch einen Raum verbreitet Sind, ber in Unfebung feiner Lange nur fomalift. Aufer Birfternfpftem ... meldes mit ju biefem Dans fon son Spflemen gebort, befindet fich nicht in der Mitte beffelben, fondern etwas, jur Seite, und defihalb feben wir die Milchftrafe, als einen aber ben gangen hinnnel perbreiteten fomalen Gereifen.

Aber es giebt unfehldar unjählig viele ähnliche auch Firfternspflemen insammengesetze Spfleme, die wie kieine Wolfen oder Rebelftecken zu beiden Seis ten der Milchtraße durch den himmel zeuftraut zu sen besonders durch herrnten Michftraßen, der ven besonders durch herrnt herschels Bemähungen bereits so ungemein viele entdeckt worden findzbekein aus Millionen von Sonnen, deren verois nigen Sionz wir mahrnohmen und deren Licht mahrscheinlich Jahrtansende auf dem Wege die zu unsern. Auge zuheingt. So sehr aber auch diest Bedfe des sichtharen Theils der Welt, alle mensche

liche Einbildungestraft aberfteigt, fo ift bennech une fehlbar bas gange Beltgebande noch unendlich gebfer.

Derr Derschel glanbt, daß alle diese Sonnen getwisse Bewegungen haben, die und aber, wegen ihrer ungeheuern Entfernung von und, ganz unmerkich find. Selbst von unfere Sonne behauptet er and Sränden, daß sie, nebst allen Planeten und Komesen, die zu ihrem Gebiete gehören, sich gegen das Sterms bild des herfules bewege und jähelich einen Wog duchlause, der nicht kieiner ist, als der ganze Durchs wesser der Erdbahn. Wonigstens läst sich auf diese werfer der Erdbahn. Wonigstens läst sich auf diese Wet das scheindare Fortrücken von 22 Firsternen, nur der den 29, von welchen es ansgemacht ist, dieselst eine eigne Bewegung haben, sehr gut und hinlanglich verlären.

Unterbeffen fann man nicht mit Gewißbeit des Saupten , bag alle Rebelflecten and jufammengebank ten Sternen befieben. Denn es giebt unter ihnen einige, welche wabricheinlich bloß telefforifche Rome ten find; es giebt anbre, in welchen fetift bie befint Deleffope nicht Die geringfte Spun einer Auflbfung if vingelne Storne zeigen. Much ben ben farfften Ban größerungen ericeinen fie immer ale ein fowachen weißliches, allenthalben gleichfbunig vertheiltes Licht, jumeilen von unregelmäßiger Geftalt, wie ber gunfe Lichtfieden, welcher einen beepfachen Stern im Schmerte bes Orions umglebt, soweilen aber auch cogeimäßig und rund, mit einem febr bellen Surne im Mittelpunfte, ber mit jenem lichten Rebel ein Sanges ausjumachen icheint. Bas Diefer Rebel eis gentlich ift, wiffen wir fo wenig, als wir jene fcware gen Slecten an ber fablichen Salbfugel bes Simmels auf eine befriedigende Urt ju extiaten im Stande Leberbaupt benrtbeilen wir bas gange Belts gebäude blog nach unferm Connenfpfeme, welches wie stwas fennen, da doch bie Natur gewiß in ihren großen Werken eben so unundlich mannigsaltig iff, als in den kleinein. Wir sehen bloß die hellen Theile was Weltgebaudes, ob es aber nicht auch dunkte giebt, die aus Wangel einer hinlanglichen Erleuchtung uns ansichten find, wissen wir nicht.

Inmerfung.

the area of the

et - Um die Renntnif ber Geftiere und ihrer fcheinbas den Bewegungen gu erleichtern, dat minr funkliche Dimmeldingelnge auf welchen alle Sternbilber mind die vornehmfen Recife des himmelt gehörig ger teichnet find. Gie beffeben gewöhnlich, 'fo wie bie funfificen Erdfugein, aus einem Berippe von duns men bolgernen mit einter Sppslage abemognen Reifen. Diefe boble und glatte Sppefugel mird mit einem Rose von Bapierfiveifen Aberflebt,' auf welchen Die Steure nab Rreife ; in Rupfer geftoden, abgebeuctt find. Neder Stretfen iff ber 140 Rigur abnfich und in Die frummen Seiten NAS, NBS einger fatoffen, beren febe bie Lange eines Meribians bat, to bas bie Spisen aller Streifen, wie N und S, in den Polen ber Rugel jufantmenfinfen. In Der Mittewird feber Streifen burd ble gerade Ante AB, wels de ben Requator vorfellt, in zwen gleiche und abne Hoe Sieften ANB, MSB, getbeilt. . . linb ba bie Acrade Unic A D & auf bem Papiere targer ift, als NAS ober NBS r auf ber Rugel aber,' fo gut wie NAS, einen Metibiam borftellen, - elfo ben Geitem NAS und NBS glebe feon muß; fo macht man' Die Streifen überhaupt nur fcmale bamle bai fenchte Davier, Seym Auffleben', fich gefibilg weden tonne, nimms aber fcon im Boraus, bey Besteldnung ber Rege, auf Diefe Muebebnung Des Daviere Rudfict.

Ein folder Globus bat über feinen beiben Balen zwen metaline Stifte, als die Enden einer burch ion gebenben meffingnen Ure, Die an zwenen Stellen burd einen meffingnen gefarig eingethellten Rreid, welcher ben Meridian eines jeden Ortes vorfiellte burchgebn, fo, daß die Rugel fich in diefem allente Balben auf ihr faft aufliegenden Rreife frey in die Runde breben laft. Der Kreis felbft rubt auf einer fleinen Unterlage in einem bolgernen Seffelle, und wird von beiden Seiten durch die Ginfchuitte eines breiten bollernen Reifen gehalten, Der ben Dorigont porfellt, und die Angel fo umglebt, baß feine Chne in jeder Stellung ber Angel burd ihren Mittelpunkt Der Stift im Roedpole ber Angel bat einen Beiger über einem fleinen meffingnen, auf bem Des ridiane befestigten und in 24 gleiche Theile aben Stunden eingetheilten Rreife, fo, daft en fich, ben jeder gangen Umbrebung ber Angel, band 24 Ctuns ben bewegt. Ueberdieses ift ein meffingner in 90 Grade getheilter Quadrant ben ber Angel, ben man den Dobenquadranten nennt, und abnehmen. ober and, we man mill, an ben meffinguen Meris Dian feftfchranben fann. Er bient bie Bogen anbliten Rreife auf ber Augel, befonders aber bie Daben ber Gefiene, ju meffen, ba ar benn im lettern Selle an ben bochften Quntt bes Meribians, melcher bas Leuit porfellt, angeforanbt wird. Gine folde hime meldfugel bient bas Aufgebn und Untergebn ber Sterne ju gewiffen Beiten und an gemiffen Orten, ibre lage gegen einander, die Umfande einer Cons venfinfternif, und viele andre Dinge, bentlich und Sunid in meden.

Den himmeldingeln find bie Ringlugeln oder Armillarfphären, in Absicht auf Die Age, ben Reribian, bas Gestelle und ben Stundenfreit, vollig ind and keine Augeln, sondern bloß aus verschieder, und find auch keine Augeln, sondern bloß aus verschieden men mit einander verbundnen metallnen Reisen und Ringen zusammengesetzt, denen einer den Thierkreist, eine andwer den Asquator, einer die Ekliptik, einer die Kolucen vorstellt. Auch findet man die Wendeskreise und die Polarkreise, und im Mittelpunkte eine kreise und die Polarkreise, und im Mittelpunkte eine kleine Erdfugel mit ihren Kreisen. Die Kingkugel kann, in Ansehung der Sonne, des Moudes und der übrigen Planeten, völlig eben so gebraucht wers den, als die Himmelskugel.

Mohlfeiler, als diefe, find hohle Regel von Paps pe, oder Sterntagel, deren hohle Flace man mit einem in Rupfer gestochnen Rege, welches die Sternbilder vorstellt, überzieht. Man kann sie ebens falls so einrichten, daß sie einigermaßen die Stelle der himmelskugeln, auch in Absicht der scheinbaren Bemegungen der Sperne, vertreten. Auf eine ahns liche Art lassen sich auch Polarentwürfe der himmelskugel einrichten, die man Planislobien oden Planisphären neunt. Man hat auch andre Sternfarten, welche kleinre Theile des himmels varstellen, unter denen die besten und vollständigsen die von Klamstend sind.

Die Bemegungen und lagen der hauptplaneten um die Gopne laffen fich, so wie die der Jupiterse trabauten um den Jupiter, durch Scheiben von Pape pe, die um einen gemeinschaftlichen Mittelpunft des, weglich sind, durch Planetalabien, finulich mas chen. Die großen Planeten maschinen, sin wels chen alle Planeten nebst ihren Trabanten, als Angeln, durch fünstliche Näderwerfe um die Sonne geführt werden, haben schwerlich einen Angen, der ihrer großen Rosbarfeit entspricht. Die Engländer nennen eine solche Maschine ein Orvern, so wie eine, die

bled bie Erbe, den Mond und die Sonney nedft thren Bewegungen gegen einander, vorstellt, ein Tell urt um. Wohlfeifer find solche Planeteinmas schieft, in welchen die Himmelstörper, wenigstend jum Theit; nicht durch ein Uhrwert, sondern biel mit der hand, bewegt werden, und die dennoch die Lagen derselben gegen die Sonne mit Pintunglicher Richtigkeit ungelgen.

# " Bier und zwanzigfter Brief.

Wir fommen nunmehr zu bemjenigen Theile ber Aftronomie, ber im vorzüglichen Berfanderzu ber Phyfit grobte, und voffalb auch ver phyfithe genanne wird. \* Er zeigt und bie Urfachen und die Krafte ver himmiffen Bewogungen. Iwar fiftint bir Kenndi bif diefer Urfächen ganz außer det Sphare det munfchtichen Wiffens zu liegen. Allein bennoch hat ein Sterblicher diefes Geheinmis, welches bieß phoren Wefen vorbehalten zu sein schiefe, glücklich entdecktz und diefer große Sterbliche war Rewton.

Die Entverlungen Newtons grunden fich auf Die Mechanit, oder Die Lehre von der Bewegung und den Rraften, welche diesem außerverdentlichen Manne fast eben is diel zu verdanken hat, als die Afronos mie. Er entwickelte ihre Grundsähe und erweiterte ihre Genzen, weil sie ihm in der physischen Aftonos mie unentbehrlich war. Sie gehort in die Naturs lehre, in so fern sie sich bloß mit den Bewegungen und Rraften der natürlichen Körper beschäftigt, und wir wurden ohne fie ungahlig viele natürliche Erscheis

mengen gar nicht begreifen. Men kum bie phyfifige Aftronomie als einen Theil der Mechanif ansehen, weicher die Anwendung der mechanischen Grundslige unf die Bewegungen der himmlischen Körper enthält; und aus diesem Sesichtspunkte werde ich fie und in der Julge behandein.

Das Universum ift ein Softem unendlich vielen Abrper, welches sich unaufhörlich verändert. Jede Bevänderung aber desselben, jede Beränderung auch eines einzelnen und kleinen Sostems von Abrpern, ift Sewegung. Dieses ist die wirkliche Seite der Bewegung; lassen Sie uns auch ihre sche in dars Seite betrachten.

Wie können uns nie ein ganzes Spfiem von Dins gen, sondern immer nur einzelne Dinge, auf einmal dentlich vorstellen. Daber gedenken wir uns auch die wirklich werhandnen Abeper nur einzeln, aber wir gedanken sie uns allemal zugleich in einem gewise sem Dree, in so fern sie Sheile eines gewissen Spe kems sind. Se entspringen in uns die Begrisse von Kann, und Jelt. Wonn sich also ein Abeper bowegt, wenn sein System sich vor ein Abeper bowegt, wenn sein System sich verändert, so verändert er seinen Syst. Die Bewogung ist also in der Shat gang etwas andere, als was wir und unter ihr vorstellen. Unser Begriss von ihr ist bipsi idealisch; er entspringst aber and riner wirklichen Bogebenheit in der Ratur, aus der Boukuberung des Universum.

Much ein einzelner Können und alfo feine ganze fichen Puntten. Wir tonnen und alfo feine ganze Bewegung auch nicht auf einmal gedenken, sondern maffen bes der Bewegung der Puntte anfangen. Ein gemetrischer Puntt ohne alle Theile tann fich gar nicht bewegen, weil er bloft in unfrer Borftellung verhanden ift. Es ift also, nach der geometrischen Strenge in urtheilen, nurichtig, daß eine Linie durch

Die Bewogung eines Unntes entficht. Dans and Diefe Urt mußte fie biog bie Derter enthalten, bie ber Bunft nach und nach eingenommen bat; fie mach te and birfen Derteen, bas ift: aus Bunften, gufame menacfest fenu. Aber ein phyficher Bunft, bas Beift : ein Rorper, in welchem wie weiter wicht bie geringften Theile unterfcheiben tounen, tann fic als berbings bewegen, und er befchreibt burd feine Be wegung eine phofifde linie, an welcher wir weber einige Breite noch Dide mabruchmen. faun ein phofider Bunft ein febr grofer Rieper fenn, ber aber ungemein weit von uns entfernt ift. find die Kirfterne fur und phyfifche Pautte, weil wir micht vermögend find in ibnen einige Theile zu unters feibrn.

Bie aber, werben Gle mich fragen, weiß man es, daß ein Rbenen feinen Det verandert, ba ber Det bloß etwas ibealifches, ift? Daburd, : autworte ich baf mir bie Ropper mit gewiffen feften Puntten in ber Babe in ein Softem jufammenziehn. Aundert fich biefes Spflem, wher bie Entfernung jemes Ster pers von ben Buntton, Die wir für fest besten, fo. fagen wir, ber Abrer verandre feinen Drt, ober er bowege fic. Go untheilen wir, baf ein Renfc fic hewegt,: ben wir auf ber Gaffe febn, wenn wir bes merten, baf er feine Entfernung von ben Saufern andert. Go legen wir ben Blaneten eine eine Beswogung ben , weil mir feben , daß fle ibre Entfert nungen von den Sirfternen andern. Alle fofte Thes per, die mit ber Erbe berbunden find, und beffhalb unbewegliche Roeper genannt merben, geben und eine Menge fefter Buntte, auf welche wir die beweglichen Lorper besiehn, Die uns umgeben. Aber felbit bes wegliche feste Rorver bienen aft zu diesem Endzwecke,

und überhaupt alle Punkte, von denen wir wissen oder glauben, daß sie ihre Entsernungen unter eins ander nicht ändern, sind für uns seste Punkte. So benrtheilen wir die Bewegung des Zeigers einer Uhr aus der Beränderung seiner Entsernung von den Zahlen des Zisserblatts, ungeachtet dieses beweglich ist. Slauben wir, daß gewisse seste Punkte ganz ohne alle Bewegung sind, so nennen wir die Bewes zung und Ruhe eines beweglichen Punkts, in Bezies hung auf jene sesten Punkte, eine absolute Bewes zung oder absolute Ruhe; haben aber jene Punkte selbst eine zewisse Bewegung, so ist Bewegung und Ruhe, in Beziehung auf sie, nur relativ. In der That sind alle Bewegungen, welche wir kennen, bloß relative Bewegungen.

Beber bewegte Bunft geht in einer gewiffen Beit Durch einen gewiffen Raum, er befchreibt eine Linte bon einer gewiffen Lange. Diese Gigenschaft ber Bes wegung wennt man ihre Gefchwindigfeit. Sebt ber bewegte Bunft immer in gleichen Beiten burch gleiche Raume, fo bewegt er fich gleich formig, und feine Befdwindigfeit bleibt immer gleich groß; find aber Die Raume ungleich, Die er in gleichen Beis ten burchlauft, fo ift feine Bewegung ungleichs formi'g und feine Befdwindigfeit veranderlich. Man brude in ber Dechanit Die Gefdwindigfeit ges wohnlich burch ben' Raum aus, ben ein bewegter Bunft in jeder Sefunde jurudfegt, wenn er fic gleidformig bewegt, ober ben er in einer Gefunde burchlaufen marbe, wenn feine Gefdwindigfeit unverandert bliebe. Gebt alfo ein gleichfbrmig bewegter Bunft in t Gefunden burd ben Raum s,

fo befdreibt er in einer Gefunde ben Raum #, und

= ct. \*

feine Geschwindigkeit c ift also  $=\frac{s}{t}$ . Folglich ift s

Ben ben Bewegungen ber himmlifden Rorper. gefchiebt es oft, bag und ber eine ohne alle Bemes gung ju fepu fdeint, ungeachtet er fich eben fo gut bewegt, als der andre. In Diefem Ralle ift Die Bes wegung, welche wir diefem beplegen, indem wir ibn'. auf ben erften begiebn, eine relative Bewegung, bes ren Geschwindigfeit entweder bem Unterfchiede oder ber Summe ber Gefdwindigfeiten beider Rorper gleich if, nachdem fic beide nach einerlen Richtung ober nach entgegengefesten Richtungen bewegen. gefest es fenn überhaupt gwen Rorper da, beide nach einerlen Richtung, Der erfte burch einen, ber anbre burch brev Auf in einer Sefunde fortgebne. fo wird offenbar Diefer von jenem fich in jeder Ges funde immer um zwen guß weiter entfernen. Ein Ange alfo, welches im erften Korper mare, und Dies fen fur rubend bielte, murbe bem zwepten eine Ges fowindigfeit von zwen guß beplegen. Dier ift bie relative Gefdwindigfeit ber Unterfchied ber beiden wirflicen Gefdwindigfeiten; aber fie ift ihrer Spmma. gleich, wenn beibe Rorper nach entgegengefesten Riche, tungen fortgebn, weil in diefem Falle fie fich in jeder, Sefunde um vier Ruß weiter von einander entfernen-Unter andern muß man bep ben Finfterniffen und, ben Durchgangen der Planeten burch Die Sonne ime. mer auf die relativen Gefdwindigfeiten ber Planeten febn, weil wir ben folden Begebenheiten Die Count und ben Schatten ber Erbe als rubend anfebu.

Wenn eine Bewegung gang unveran bert forts'; Dauert, so bleibt fie fich beständig gleich und abulich. Die Beränderung des Orts ist also immer in gleichen Beiten gleich groß, und die Bewegung gleichformig. Aber außerdem bleibt. auch die Linje, welche der bes wegte Puntt beschreibt, fich immer vollig abnlich, Die Beit, in welcher fie burchlaufen wird, mag grof oder flein fenn. Run aber giebt es, außer der ges raden Lime, feine andre, von der ein jeder Theil der gangen abulich mare. Alfo beschreibt ein jeder-Puntt, Deffen Bewegung gang unberandert forts' Dauert, eine gerade Linie, und Diefe beift Die Riche tung feiner Bewegung. Jede Bewegung bat alfo eine gewiffe Befdwindigfeit und Richtung; bas beißt: fie gebt, wenn fie unverandert fortdauert, allemal nad einer gewiffen geraden Linie in einer gegebnen Beit burch einen gewiffen Raum. Es glebt gleichfore mige Bewegungen, Die nicht geradlinicht find, wie Die Bewegung eines Punfts in bem Umfange eines Bafferrades, wenn Die Ruble im Gange ift. Solde Bewegungen bleiben fich nicht abnito, weil fie ibre Mithtung beftanbig anbern.

Gine ungleichformige Bewegung ift entweder bes foleunigt ober verjogert, nachdem ihre Ges fowindigfeit entweder machft ober abnimmt. folde Bewegung tann in jedem folgenden Zeitpunkte" eine andre Gefdwindigfeit haben, als in dem pors bergebenden, wenn fie in Eines fort beschlennigt ober verzögert wird. Die Geschwindigfeit einer ungleichs formigen Bewegung laft fic nicht burch ben Raum meffen, ber in einer Sefunde befdrieben wird. Denn if fie mabrend diefer Beit befdleunigt worden, fo war der beschriebne Raum größer, als er gemefen fenn murbe, wenn die Bewegung gleichformig ges blieben mare; und ift fie vergogert worden, fo muß Der beschriebne Raum fleiner gewesen fenn. man aber wie groß ber Raum ift, ben ber bewegte : Buntt, von einem gemiffen Zeitpuntte an, in einer Sefunde, mit gang unveränderter Bewegung befchreis ben möchte, fo tann man diefen Raum mit Necht als das Maß derjenigen Seschwindigfeit ausehn, welche ber Punft in jenem Augenblicke gehabt hat.

Unter benen in Eines fort beschleunigten Bemes gungen ift borguglich bie gleich formig befolens nigte febr mertwurdig, weil fie fich ben bem frepen Ralle fdwerer Rorper findet. ' Ihre' Sefdwindigfeit nimmt beftanbig ju, eben fo, wie die Beit ihrer Dauer. Sefent Sie theilen Diefe Beit t in fo viole gleiche Theile, als Sie wollen, 1. B. in 4; fa ift bie Gefdwindige feit bes gleichformig befchleunigten Rbrpers am Enbe Des groepten Zeittheils zwen Dal, am Ende bes brits ten bren Ral, und am Ende bes vierten vier Ral fo groß, als am Ende bes erften Beittheils. alfo die lette Befdwindigfeit, am Ende Det gangen Beit t, = c, fo lagt so leicht aberfebn, bag ber Rorper mit ber mittleren Befdwindigfeit & c, ebeuderfelben Zeit t, einen eben fo großen Raum s gleichfarmig burchlaufen marbe, als er mit feinet gleichformig befchleunigten Bewegung wirflich burche 'In ber erften Salfte ber Zeit namlich burche lauft er weniger als & s. weil feine Seschwindigkeit beftandig fleiner ift, als & c; in ber zwepten Salfte son i aber durchtauft er mehr, als &s, weil feine Sefdwindigfeit bier immer größer ift, als & c. Und ba Die Gefdwindigfeiten beffandig gang gleichfbemig junehmen, da ibre Unterfchiede von & c gu beiden Seiten und in gleichen Eutfernungen vom mittleren Beitpunfte einander gleich find, fo muffen auch bie Anterfchiede Der Durchlaufnen Raume in beiben Beits Balften einander gleich fenn; Der Rorper muß in Der einen um fo viel mehr burchlaufen, als & a, als er fu ber andern weniger durchlaufen batte. Gr muf alfo

alfo in der gangen Belt i benfelben Raum a wirflich jug rudlegen, ben er in berfelben Beit, mit der mittleven Befchwindigteit & c, gleichförmig beschrieben haben wurde.

Es ift aber bep einer gleichsbrmigen Sewegung von der Geschwindigkeit & c, wie ich Ihnen vorhin gezeigt habe, & c = st, also ct = 25, und c = 25. Sie konnen also sehr leicht die Geschwindigkeit sinden, die ein gleichsbrmig beschlenuigter Körper in einem gewissen Zeitpunkte hat, wenn Sie nur wissen, durch wie einen großen Raum s vom Aufange seie ner Bewegung an die zu dem angenommnen Zeits punkte er gegangen ist. Denn Sie dürsen jenen Raum s nur doppelt nehmen, und ihn mit der Zeit t theilen, in welcher er durchlausen worden ist.

Sefest ein gleichfomig befchleunigter Puntt geht, bom Anfangs, feiner Wewegung an ju rechnen, in ber Zeit t bunch a, in der Zeit T burch S; und feine Gefchwindigfeit ift, am Ende ber Zeit t, = c; am Ende der Zeit T, = C; fa ift ct = 25 und CT = 5; elfes: 8 = ct : CT. Run ift aber ben jeber gleichfonig befcheunigten Bewegung allemal t: T = c: C; also and tc: TC = c: C', und ta: Ta = ct: CT. gelglich wird auch s: Sace: Ca = te: Te. Es verbalten fic alfo Die Raume, Die ein gleichfbrmig. befchlennigter Rou per in verfchiednen Zeiten burchlanft, wie die Quas brate Diefer Beiten, ober wie Die Quabrate ber Bes fowindigfeiten, welche ber Rarper am Ende jenet Beiten befist. Rur muffen fawohl die Raume, als Die Zeiten, vom Anfange ber Bewegung an gerecht met werben. Dat ber Rorper j. B. in ber erften Die unte, ober in den erften 60 Setunden, weil biet Dube Raturi. 4. 26.

die Zeit immer in Setunden gerechnet wird, I Ins juruckgelegt, so ist er in den ersten 2 Minuten durch 4 Jus, in den westen 3 Minuten durch 9 Jus, in den ersten 4 Minuten durch 16 Jus u. s. w. ges gangen; also in der ersten Minute durch 1; in der zweiten durch 3; in der dritten durch 5, in der vierten durch 7 Jus u. s. w. nach der natürlichen Ordnung der ungeraden Zahlen, weil diese, wenn man sie nach und nach summirt, die natürliche Reihe der Quadrate 1, 4, 9, 16, 25 u. s. w. geben. Fins den Sie daher daß ben einer gewissen Bewegung sich die Raume wie die Quadrate der Zeiten, vom ersten Ansange der Bewegung an gerechnet, verhalten, so fönnen Sie gewiß sen, daß diese Bewegung gleichster mig bescheunigt ist.

### Anmerfungen.

1. Man theilt die Aftronomie gewöhnlich in die fpharische, theorische und physische. Die erftre betrachtet die himmlischen Körper und ihre Bewegungen, so wie sie uns am himmel ers scheinen; die zwente entwickelt die wahre Beschafz senheit und Größe beider; und die dritte erforscht die Ursachen dieser Bewegungen.

Much die Mechanif hat verschiedne Theiler die Statik, die eigentliche Mechanik, die Dysnam4k. Die erste handelt vom Sleichgewichte, die zwepte von der Bewegung, die dritte von den Ursachen der Bewegung und ihren Kräften übers daupt; Ferner handels die hydrostatik von dem Gleichgewichte, die hydraulik von der Beswegung, und die Hydraulik von den Kräften des Wassers und andrer süsser Masser bin, die dem Wasser ähnlich sind, Endlich bes

trachtet die Meroftatif das Gleichgewicht und die Pnedmatif die Bewegungen und Rrafte der Luft und luftähnlicher Materien insbesondre. Die Maschinenlehre verhält sich zu diesen Wiffensschaften, wie die Feldmeskunst zur Geometrie.

- 2. Dan fann ben Raum, ben ein gleichfbrmig bewegter Puntt befchreibt, burch ein Rechted bon unveranderlicher Sobe, und die Zeit, in welcher er ibn beschreibt, burch bie Grundlinie bes Rechts Man theile Die Grundlinie in fo eds vorftellen. viele gleiche Theile, als man will, fo gehoren zu affen auch gleiche fleine Rechtede, Die Theile Des großen find; und eben fo geboren ju allen gleis den Zeittheilen bet Bewegung auch gleiche Theile des durchlaufnen Raums. Da fich nun alle Rechts ede von gleichen Soben wie ihre Grundlinien bere balten, fo muffen auch bie burchlaufnen Raume immer im Berbaltnif ber Zeiten fenn. Dat also ber gleichformig bewegte Punft in einer Gefunde den Raum c, und in t Sefunden ben Raum s. suruckgelegt, fo ift 1:t = c:s, alfo ct = s. Die Seschwindigfeit aber bes Bunfte wird burd den Raum c gemeffen, den der Punkt in eines Sefunde beschreibt. Sie bleibt ben jeder gleichfore migen Bewegung beständig von gleicher Grafe. Denn es fen T eine andre Zeit, und S der ibr jugeborige Raum, fo ift auch bier 1 : T = k : S, also  $k = \frac{S}{T}$ , wenn k die zu der Zeit T gehörige Geschwindigfeit bedeutet. Da nun auch t: T = s:8, also  $\frac{S}{T} = \frac{s}{r}$  iff, so wird c = k.
- 3. Jede ungleichfermige Bewegung verandert ihre Sefcwindigfeit. In einer folden Berandes

rung aber gebort eine gewiffe Beit, und baber tons nen in einem febr fleinen Zeittheile auch Die Bes fowindigfeiten nur febr wenig berfdieden fenn. De wir nun und einen Zeittheil fo flein vorftellen tonnen, als wir wollen, fo folgt, bag in einem unendlich fleinen Zeittheile jede auch noch fo ungleichformige Bewegung ihre Geschwindigfeit nur unendlich wenig verändert hat. Man fann Daber überhaupt jede Bewegung, mabrend eines unendlich Heinen Augens blick, als gleichformig, anfebn. Ift alfo mabrend ber Zeit t durch fie ber Raum s befdrieben worben, und hat fie am Ende jener Zeit die Geschwindigkeit c gehabt, fo blich Diefe, mabrend des unendlich fleinen Zeittbeils dt, da ber Raum ds beschrieben wurde, unverändert. Daßer ift  $c = \frac{ds}{dt}$  oder cdt = ds.

Ift nun die ungleichformige Bewegung gleiche formig beschleunigt, und T eine andre Beit, welche, fo wie t. bom Unfange ber Bewegung an gerechnet wird, S ber in ber Zeit .T beschriebne Raum, und C Die Geschwindigfeit am Ende ber Beit T, so ift c: C = t: T weil die Bewegung gleichformig bes schleunigt wird, alfo c': t = C: T. Sest man also c = nt so wird n: 1 = C:T und C=nT. daß alfo n eine beständige und unveränderliche Babl Da alfo cdt = ds ift, fo muß bier auch ntdt = ds, folglich inte = s fenn. bas Differential von Ent's ift ntdt, (III. Eins leitung 241) und man barf bier feine beftanbige Große hinzufagen, weil s = oift, wenn t = o wird. Also ist auch get = s. Benn Daber ein Rorper g. B. mit einer gleichformig beschleunigten Bewegung in den erften 4 Gefunden 8 guß durchs lauft, so ist 4 c = 2.8, also c = 4'; man muß namlich ben butchlaufnen Raum verdoppeln, und fos Dann mit der Menge von Sefunden theilen, Die feit dem Unfange ber Bewegung verfioffen find. So er balt man einen beutlichen und beftimmten Begriff von ber Gefdwindigfeit bes Rorvers am Ende biefer Zeit. Sie ist namila fo groß, daß der Körper so viel Ruß, als man durch jene Theilung erhalten bat, in einer Setunde burchlaufen marbe, wenn er, ohne weiter befdleunigt ju werben, gleichformig fortgebn machte. 4. Bep einer jeben ungleichformigen Bewegung ificdt = ds. Berbalten fich nun ben ibr, wie bier: angenommen wird, Die Raume, wie die Quas brate ber Zeiten, fo ift's = mt' und m eine bes ftanbige unveranderliche 3abl. Alfo wied da = amtdt, und baber cdt = amtdt, und c = amt. Es verhalten fich alfo ben biefer Bewegung Die erlangten Gefdwindigfeiten immer, wie Die Beis ten, in welchen fie erlangt werden, weil m. alfo and 2 m, eine beftanbige 3abl ift. Rolalic ift die Bewegung gleichformig befdleunigt.

## Bunf und zwanzigfter Brief.

Es fonnen unftreitig in einem Rorper mehrere Bewes gungen zugleich erzeugt werben, und bennuch tann biefer fich nicht zugleich nach verschiednen Richtungen bewegen. Biehnehr ennfteht in ihm aus zwepen vers einigten ein fachen Bewogungen allemal eine britte zu sam men ge fente, beren Beschaffenheit Gie am bentlichsten und leichtesten begreifen werden, wenn Gie sich den Korper auf einer Ebne mit der einen Bewegung fortgebend gedenten, während daß die Ebne selbst die andre Bewegung hat, und den Kors per mit sich fortreißt. In der That findet dieser Fall, wenn wir auf einem fortsegelnden Schisse gehn, und ben vielen andern Gelegenheiten Statt. Einen blos sen Punkt, der zwey Bewegungen zugleich hat, tons nen Sie sich auf einer beweglichen Linie gedenken, und dieser die eine, dem Punkte aben auf ihr bioß die andre Bewegung geben.

Benn alfo in einem Punfte gwen Bewegungen nach ber gemeinschaftlichen Richtung AE (Fig. 24) vereinigt find, fo fellen Sie fic in Diefer Richtung eine bewegliche gerade Linie AE ver, welche geget F Die eine Bewegung bat, mabrend bag ber Buntt auf ihr bloß mit det andern fortgeht. Segen Gic, Die Geschwindigfeit der erften Bewegung fen EF; und der zwenten AB; fo murbe, wenn beibe Bemes gungen eine Sefunde lang unberaudert fortgefest werben mochten, jeder Punfe der Linie AE durch einen Raum, ber = EF = AC iff, also bie gauge Linie AE in CF, fortruden, ber Puntt aber auf ber Linie fich jugleich von bem Endpunfte A um bas Stud AB entfernen. Run aber ift, am Ende ber Sefunde, A in C. Macht man alfo CD = AB, fo murde ber bewegte Punft mit beiden Bewegungen jufammen in einer Sefunde gleichformig burd AD Alfo ift feine Seschwindigfeit AD = AC + CD = AC + AB.Man erbalt baber bie Gefdwindigfeit der jufammengefehten Bewegung, wenn man die Geschwindigfeiten ber einfachen Ber wegungen fummirt. Eben Diefes gilt, wie Ste leicht febn, auch von breven und mehreren einfachen Bes wegungen, Die alle einerlen Richtung haben. aus ihnen jufammengefeste Bewegung bat immer Diefelbe Richtung, und ibre Gefdwindigfeit in jedem

Augenblicke ift der Summe der Seschwindigkeiten der einfachen Bewegungen für denselben Augenblick gleich. Denn daß der Naum AD gleichstruig bes schwieden wird, und also die Seschwindigkeit der zus sammengesehren Bewegung ausdrückt, wenn AC und AB gleichstruig durchlausen werden, habe ich wohl nicht nothig zu erweisen. Wenn die eine eins same Bewegung, in Zetunde, durch ZAC, die andre durch ZAB, geht, so muß die zusammenges seite, in derselben Zeit, durch ZAD gehn, und so mußen sich überhaupt den der zusammengesehren. Bewegung die Räume wie die Zeiten verhalten, wenn die beiden einfachen Bewegungen underandert sortzu seitt werden.

Baren die beiden einfachen Bewegungen einans Der gerade entgogengefest i das ift: ficien ibre Bichtungen beide in Diefelbe gerade linie FA, (Rig. 25.) die eine aber ginge von F nach A. die andre van A nach F; fo Rellen Sie fich wieder auf iener Linie eine andre Linie E A vor, die fich von E nach F bewegt, und auf ihr nehmen Gie einen Punft au, ber aus E nach A gest. Mag bie Sachwindigkeit ber erften Bewegung: = EF, , Die ber gwepten = Da der: Anfangepunkt E der Linie E.A. FD fenn. in: einer Setunde:aus E nach F tommt, fo feben Sie offenbar, dag ber bewegte Bunft, wenn die einfas den Bewegungen: eine Gefunde lang unveranders fortbauern, am Ende Diefer Beit :! it: D fepn muß) weil er:fich, in diefer Zeit, um die Beite FD, von bem jest in F befindlichen Anfangepuntte Der ginie EA entfernt bat. Die Beschwindiafeit alfa ber aus fammengeseten Bewegung ift = &D = FD ---Also ift: in: diesem galle jenn Beschwindigkelt dem ilnterschieda. Der : Geschwindigfeiten beider einfas den Bewegungen gleich.

Ware EF = FD, so würde die zusammienzes seite Bewegung = 0 seyn, oder ein Punkt, in wels dem zwen gleiche einander gerade entgegengeseiste Bewegungen vereinigt sind, bleibt, in Ansehung der sesten Punkte, auf weiche seine zusammengesetzte Bes wegung vezogen wird, immer an demselben Orte und bewegt sich gar nicht. Iht aber FD größer aber kleiner als EF, so sehn Sie die eine Richtung als positio, die andre als negativ an. So wird FD — EF entweder positiv oder negativ, nachdem EK größer oder kleiner ist, als FD, und Sie ersennen die Richtung der zusammengesehren Bewegung so gleich aus dem Zeichen + oder —. Ik sie positiv sus linken, wie EF.

Benn endlich die Richtungen ber in einem Bunfit vereinigten einfachen Bewegungen in verfcbiebne Lis nien AD und AB (fig. 26) fallen; fo fen AD die Befcmindigfeit ber einen, und AB die Sefdwins Digfeit der andern Bowegung. Biebn Sie BE mit AD, und DE mit AB paraffel; fo wird die Dias gongle AE des Parallelogramme ABED die Richt. tung und Gefdwindigfeit ber jufammengefesten Bes wegung ausbruden. Denn geben Gie einer auf AB liegenden beweglichen Linie Die eine Bewegung nach AD, ober laffen Sie jeden Buntt Diefer Linie Die Beschwindigleit und Richtung AD baben; und Sie feben leicht, wonn die Bewegung eine Gefunde lang unverandert bleibt, und AD durch die Punfte F, G und H 1. B. in vier gleiche Theile getheilt wird, bag jene Linie langs der AD immer parallel mit fich felbft fortgebn, und nach & Gefunde in FP, nach & Setunde in GQ, nach & Sefunde in HR, und am Eude der Sefunde in DE feon wirb. Rebmen Sie ferner an, daß jugleich auf Diefet linie

ein Sunft auf A mit ber unberauberten Bewogung AB eine Setunde lang fortgebt, und daß AB Durch die Bunfte C, I und L ebenfalls in 4 gleiche Theile getheilt wird; fo mirb ber bewegte Bunte fic in I Sefunde um AC, in & Setunde um AI, in & Setunde um AL, und in einen gangen Gefunde um AB, von A entfernen. Biebn . Sie also auf FP, GQ, HR die Linien CM, IN, LO mit AD parallel, fo muß ber bewegte Puntt, wegen ber Bewegung ber Linie AB, am Ende bon & Sefunde in M, am Ende von & Sefunde in N, am Ende von 3 Gefunde in O, und am Ende der gangen Sefunde in E fenn. Alle biefe Derter eber, als A. M. N. O. E liegen, Sie mogen AD und AB in fo viele gleiche Theile theilen, als. Sie wollen, allegeit in einer und ebene derfelben geraden Linie AE, weil fich immer AC: CM, AI: IN, AL: LO, to mie AB: BE verbalt. De nun auch die Stude AM. MN. NO, OE einander gleich find, und alfo die Bes wegung durch A.E. die eine Sefunde bauert, gleiche formig ift, fo brudt AE nicht nur bie Richtung. fondern auch die Gefdwindigfeit ber jufammanges festen Bewegung aus. Diefe Gefdwindigfeit ift alfe allezeit fleiner, als die Summe der Befdwins Digfeiten der einfachen Bewegungen: Denn die Diagonale AB ift immer tleiner, als die Summe ber Seiten AB + BE. Sind 4. B. Die Bins tel AEB und ABE gleich, fo ift fie fo groß, elf AB. \*

So fann man, wenn in einem Rorper mehrere Bewegungen vereinigt find, in allen gallen, die Sefdwindigfeit und Richtung der jufammengefete ben Bewegung, fur einen gewiffen Zeite puntt, befimmen. Berandern fich aber nachher

die einfachen Bewegungen, so mufte man ibre Jufammenfegung für jeden folgenden Beitpunft, nach Befchaffenheit ber Richtungen und Gefchwine Digfelten, Die fie nach und nach haben, wieders wenn man bie Beranberungen ber gufams Mengefesten Bewegung beftimmen wollte. fann man auch ohne diefes Mittel ben Einfing erkennen, ben die Berauberungen ber einfachen Bewegungen auf die gufammengefeste Bewegung haben, wenn jene nut immer einerlen Richtung behalten. Denn in diefem Koffe fen AD (Rigi 26) bet Raum, ber blog mit ber einen Bewegung in einer gemiffen Beit, und AB berjenige, welcher bloß mit der andern einfachen Bewegung in bers felben Beit befdrieben werden murbe; und Gie feben leicht, bag ein Pnnft, der beide Beweguns gen jugleich bat, am Enbe jener Belt; in: E fenn muffe. Wiffen Sie non Die Raume: AF and AC AG und AI, AH und AL, Die jugleich in gleichen Beittbeilen befdrieben werben, fo laffen fic die Puntte M, N. O auf eine abuliche Art bestimmen, es mogen nun die Stacke AF, FG, GH, HD, und die abnlichen Theile von AB; einander gleich fenn, ober nicht.

Wenn die beiden einfachen geradlinichten Bes wegungen nach AD und AB sich auf eine ahn? Liche Art verändern, das heist: wenn die Raume, durch welche beide zugleich gehen, wie AF und AC, FG und CI, GH und IL, HD und LB, immer einerlen Verhältnis unter einander haben, so liegen die Punkte M, N, O allezeit in der geraden Linie AE, weil alsdann AC zu AF oder zu CM so ist, wie AI: IN, wie AL: LO, wie AB: BE, n. s. w. es mögen übrigens die Stücke AF, FG, GH, HD, und die ahns

tichen Stücke von AB, einander gleich fepn, ober nicht. 5 Berändern fich aber beide einfache Bewergungen auf eine unähnliche Art, wird die eine ftarfer beschleunigt, als die andre, ader wird nur die eine beschleunigt, die andre aber nicht, u. s. w. so ift der Weg der zusammengesetzen Bewegung nie eine gerade, sondern gewöhnlich eine krumme Linie.

Unter den Bewegungen, Die fich auf eine abnlie Art verandern, find vorzüglich die gleichförmig bes foleunigten merfmarbig. Benn Gie fich imen folche Bewegungen vorftellen, Die zugleich aufangen, und beren die eine im erften Augenbliche burch ben Raum n. Die andre burch r geht; fo geht jene im swenten gleichen Angenbliche durch 3 n. diese durch 3 Ti im britten gleichen Augenblide geht jene burch an, Diefe burch ar; u. f. m. mit einem Worte: Die Raume, burd welche beibe jugleich gebn, verhalten fich immer, wie n : r, und die Bewegungen verans bern fich alfo auf eine abnliche Art. Wenn daber swen gleichformig beschlennigte Bewegungen, Die gerablinicht, und nach AB und AD gerichtet find, jugleich in einem Punfte A aufangen, fo geht Diefer immer in ber geraden Linie AE fort. Und da AM au A'C fic, wie MN: CI, wie NO: IL, OE: LB, verhalt; so verandert fich auch die jus fammengefeste Bewegung auf eine abnliche Art, wie Die einface nach AB. Sie ift alfo ebenfalls gleiche formig beldleunigt, und as bewegt fic baber ein Punft, in welchem swen gleichformig befchleunigte Bewegungen nach ben Richtungen AB und AD jus gleich entftebn, eben fo, als wenn er nur eine einzige gleichformig beschleunigte geradlinichte Bewegung nach der Diagonale AE erhielte, Die in derfelben Beit durch AE gebt, in welcher die eine einfache Bes wegung AB, Die andre AD, beschreibt.

Benn aber j. B. eine geradlinichte gleichformige Bewegung, Die nach AD geht, (gig. 27) mit einer geradlinichten gleichformig befchleunigten, bie nach AB gerichtet ift, verbunden wird, fo geht Die erfire in gleichen Beiten burch die gleichen Raume AFi FG, GD, die andre aber sugleich durch ungleiche Raume AC, CL IB. Es ift namito CI = 3AC. IB = 5 AC u. f. w. Der Punte geht alfo mit ber jufammengefesten Bewegung in einer trammen Etuje Wenn man bie Beit, in welcher AMNE fort. AC oder AF befdrieben wird, t, und bie ju irgend andern zwenen übereinfimmenden Raumen, als AI und AG, geforige Beit T nennt, fo ift ben ber gleichfdemigen Bewegung AF: AG = CM:IN = t:T, und ben der gleichformig bofchiennigten AC: AI = t\*: T\* = CM\*: IN2. Renat man baber das beffandige Berbalenif AC: CM2, 1:p; fo wird aberhaupt e:p = Al : IN = AB: BE :. und daber IN = p . Al und BE = p . AB. Durch Diefe Gleichung laft fich feber Puntt der frums men Linie AMNE bestimmen, welche eine Parabel ift 4 (III, Einleit, 224).

## Anmerkungen.

1. Man hat Maschinen mit großen Tretradern; in welchen Menschen zehn, um auf diese Urt die Raber zu drehn. Ift nun eine solche Maschine ger borig im Sange, so geht der Umfang des Nades so geschwinde herunter, als die Menschen dars in heraussteigen. Daber schinen diese, in Anssehung der sesten Theile des Gebäudes, in welchem die Tretrader hangen, sich gar nicht aus ihrem Orte zu bewegen, weil sie zwen gleiche einander gerade entgegengeseite Bewegungen zugleich haben.

2. Benn AB und AD (Fig. 141) gwen abne lide Bewegungen vorftellen, bat ift: folde Die fich entweder gar nicht, ober auf eine abuliche Mrt verandern, und man beschreibt bas Parallelos gramm ABED nebft der Diagonale AE, fo ftellt Diefe die Richtung und Größe ber jufammengefesten Bewegung vor, welche allemal ben beiden einfachen AB und AD abnlich ift. Es fep AB = a, AD = b und der Binfel BAD ober EDC = p. Man giebe E C fentrecht auf Die verlangerte AD, fo  $\mathbf{ff} \mathbf{AE}^s = \mathbf{AC}^s + \mathbf{CE}^s = \mathbf{AD}^s + 2\mathbf{AD}.$  $DC + DC + CE^* = AD^* + aAD.DC$ + DE. Run If AD = b, DE = AB = a, sin. DEC = cos. EDC = cos. p, and DC ju DE oder AB, wie cos. p. 1. Also wird AE = V(a\* + b\* + 2ab. cos. p). Rennt man nun den Wintel BAE, n, und DAE, m, fo hat man such AE:b = sin. p: sin. n und AE:a = sin. p: sin. m, also sin.  $n = \frac{b \cdot \sin p}{AE}$ , and sin.  $m = \frac{a \cdot \sin p}{A F}$ . Es wird folglich cos. n =  $V(1-\frac{b^{a},(\sin p)^{a}}{AE^{a}})=V(1-\frac{b^{a}(1-(\cos p)^{a})}{AE^{a}})$  $= V \frac{a^2 + 2 ab \cdot \cos p + b^2 (\cos p)^2}{AE^2}$  $= \frac{a + b \cdot \cos p}{AE}.$  Daher ist tang.  $n = \frac{\sin n}{\cos n}$ = b. sin. p . Eben so findet man tang. m  $\frac{a \cdot \sin \cdot p}{b + a \cdot \cos \cdot p}$ 

3. hierauf grundet fic das in der 29 Figur abs gebildete Berfjeng, durch welches man die Zusam

menfepung ber Bewegung finnlich ju machen fucht. Es besteht aus einem glatten lothrechten Brete mit feinem Jufgestelle. In A ift ein gaben befestigt, ber über eine Rolle B geht, und an feinem Ende ein Bewichtden D tragt. Die Rolle B ift auf zweren Borigontal gespannten Deffingdrathen beweglich, und man gieht fie ben E, von A nach C, durch einen bes fondern Faden, der aber die Rolle C geht. man aber giebt, fleigt bas Gewichtden D. welches eine lothrechte und magrechte Bewegung jugleich bat, in der Diagonale DC berauf. Es wird namlich burch ben Raden EC magrecht, und durch den feften Bunft ben A und die Rolle B jugleich lothrecht ges jogen, beide Bewegungen aber find fo verbunden, daß die Raume, burch welche fie jugleich gebn, ims mer einerlen Berbaltnif gegen einander haben. ber fleigt D in einer geraben, und nicht in einer frummen Linie Binauf, wenn gleich feine Bewegung febr ungleichfbemig ift.

4. Benn von der Spige bes Maftes eines fonell fortsegelnden Soiffs eine Rugel gerade berunter fiele, fo murde fie, in Anfebung bes Schiffes, eine gerade lothrechte, in Ansehung aber ber festen Rorper an ben Ruften, eine parabolifche Linie befdreiben, weil fie zugleich die gleichformige Bewegung bes Schiffes und die Bewegung bes fregen galles haben murbe, Die lettre aber gleichformig beschleunigt ift. Muf eine abnliche Art find alle Bewegungen auf unfrer Erbe infofern Die Erde fich felbft bewegt. Eine Ranonentugel, Die man vollfommen lotbrecht in die Dobe fchieft, fallt nach einiger Zeit vollig auf Denfelben Punft wieder jurud, aus welchem fie aufe flieg, ungeachtet die Erde indeffen weiter fortgegans gen ift. Denn fie bat, fo wie alle Rorper auf det

Erde, die Bewegung derfelben, und nicht bloß dies jenige, mit welcher fie auffleigt ober niederfällt.

## Seche und zwanzigfter Brief.

Die Bufammenfebung ber Bewegungen, von wele der ich in meinem lettern Schreiben geredet babe, fann unter andern baju bienen, Gie ju ubenjeus gen, daß in jedem bewegten Rorper mirflich eine mene Bewegung entfteht, fo oft er feine Bewes gung auf irgend eine Urt verandert. Denn bleibt feine Richtung ebendiefelbe, feine Gefdmindigfeit aber bat in einer gewiffen Zeit um einen gemiffen Theil c jugenommen oder abgenommen, so ift wirks lich in ihm in ber gebachten Zeit die Sefchwins Digfeit c. entweder nach berfelben Richtung, Die er fcon batte, ober nach der gerade entgegenges festen; entftanden. Dat aber ber Rorper im Une fange einer gemiffen Beit die Richtung ABC und Die Geschwindigfeit BC, (Fig. 28) am Ende bere felben bingegen die Richtung und die Geschwine Digfeit BD gehabt, fo giebe man CD und bes schreibe das Pavallelogramm BEDC. Bewegung BD aus BC und BE jufammenger febe ift, fo feben Sie offenbar, bag in der gee dachten Zeit in bem Rorper die Bewegung BE nach und nach entftanden fenn, und fich mit ber Bewegung, Die er icon im Anfange jener Beit hatte, vereinigt baben muffe.

Es wird Ihnen alfo auch jest leicht fenn zu begreifen, daß ein bewegter- Korper feine einmaferhaltne Bewegung, ohne eine außerliche Urfacher

eben so wenig zu ündern vermögend ift, als ein ruhender Rorper sich von selbst zu bewegen anfant gen kann. In beiden Fällen muffen neue Bewes gungen entstehen, welche nothwendig eine gewisse außerliche Ursache voraussehen. Da diese allges meine Eigenschaft der Rörper, welche man ihre Trägbeit (inertia) nennt, von sehr großer Wichstigkeit ist, und da man sich von ihr mehrentheils nicht ganz richtige Begriffe macht, so werde ich mit Ihrer Erlaubniß bep ihrer Entwickelung etwas umständlich seyn.

Die unbelebten Rorper, von welchen eigentlich bier blof die Rede ift; unterfcheiden fic Dadurch bon den belebten, daß die lettern fich bon felbft bewegen, in den erftern dagegen feine Bewegung, ohne eine außere Urfache, entfteht. Wenn Gle ein Blatt Papier ober ein Such irgenbme binges legt haben, und es bernach an demisiben Orte nicht wieder finden, fo faut es Ihnen gewiß nie ein, ju vermuthen, daß et fich von felbft wegben wegt habe, fondern Sie find Abergengt, baf es Durch einen Menfchen, ober eine anbre :auseve : Urfache, weggeschafft worben fen. Gin Abtomat tann gwar einige Bemegungen ber Wenfeben wat Thiere nachahmen, aber nur wenn es aufgerogen wird, und alfo burch eine außere Urfache. Stablfeber bewegt fich nicht, als wenn fie burch eine außere Urfache jufammengebruckt ober jufams mengezogen worden ift. Gine Magnetnadel bewegt fich, wenn man ibr Gifen ober einen Daguet nas bert, alfo burch eine außere Urfache. Stofe bringt ber floffende Rorper in bem geftofnen, und Diefer in jenem, Bewegung berbor. Allemal alfa ift die Urfache ber Bewegung von bem bewegten Rieper verfchieben. Go verfalt fich auch bie Gade, menn

wenn Körper einander auf irgend eine Art anziehn. Selbst fallende Körper werden eigentlich von der Erde angezogen, und ihre Richtung wird durch die Erde, vermittelst der Ziehträfte ihrer Theile, also durch eine außere Ursache, bestimmt.

Rann aber in einem rubenden Rorper, ohne eine anfere Urfache, feine Bewegung anfangen, fo fann fic auch in einem bewegten, ohne eine außere Urfache de Bewegung nicht verandern. Daraus flieft ber wichtige Grundfaß: daß ein jeder Rorper die Bemes gung, welche er einmahl erhalten bat, fo lange abne die allergeringfte Beranderung bepbebalt, und fic alfo immerfort nach einerlen Richtung gleichformig bewegt, bis eine außere Urfache in ibn wirft und feinen Buftand anbert. Diefer Grundfas ift eine nothwendige Rolge bes andern Grundfages: baf namlich fein rubenber Sorper, obne die Birfung einer außern Urfache, anfangen fann fich ju bewegen. Er ift aber nicht fo einlenchtend, wie Diefer, weil man ibn durch feine Berfuce erlautern ober finulich machen fann. Denn wenn wir einen Rorper bewegen. fo Rofen wir ibn entweder auf der Oberflache eines andern Rorpers fort, ober wir werfen ihn durch bie Buft. In beiden Rallen wirfen beffandig verfchiedne anbere Urfachen auf ibn, fo lange er fich bewegt. Die Reibung ober ber Biberftand ber guft fomachen feine Bewegung betractlich, und Die Sowere vers åndert nicht nur feine Gefdwindigfeit, fondern oft and die Richtung. Mit einem Worte: wir fonnen auf der Erde einen bewegten Rorper nie in die Ums fande feten, daß nicht außere Urfachen, mabrend feiner Bewegung, auf ihn mirfen follten. den himmlischen Körpern fommt weder Reibung noch Biderfand bes Mittels in einige Betrachtung und

daher bleiben ihre Bewegungen auch immer von gleis der Starfe.

Remton bat Die Gigenschaft ber Rorper, von welcher ich hier rebe, querft beutlich entwickelt, und ibr den Ramen der Eragbeit gegeben, baburd aber verschiedne Difdeutungen veranlaft. Denn bald glaubte man, daß die Rorper, als trage Befen, mehr jur Rube als jur Bewegung geneigt maren; bald bielt man die Tragbeit für eine Kraft, mit web der Die Rorper jeder Beranderung miderftanden, & wie etwa ein Gewicht ber Bewegung nach vben gu Aber alle bergleichen Borftellungen find widerftebt. unrichtig, und ein Rorper ift gegen Rube und Bewer aung gang gleichaultig. Er ift gu ber einen nicht mehr geneigt als ju ber anbern, und widerftebt burch feine Tragbeit ber einen fo wenig als ber andern. Im Grunde ift Die Tragbeit der Rorper nichts weiter, als eine nothwendige Folge jenes allgemeinen Rature gefebes, welches auch zuerft Remton in Die Rechanit eingeführt bat, daß namfic eine jede Birfung mit einer gleichen und entgegengefetten Begenwirfung verbunden ift. Denn fann in der Ratur feine Bers anderung in einem Rorper ohne eine gleiche und entges gengefeste Beranderung in einem andern Rorper ente ftebn, fo ift Die eine die Urfache ber andern, Die Große ber einen richtet fic nach ber Große ber andern, und es hat alfo jede Beranderung, Die in einem Rors per anfångt, eine außere Urface.

Bon den beiden Korpern, deren Justand jugleich und gleich start, aber auf eine entgegengesette Aut, verändert wird, gedenken wir uns den einen als wirkend, den andern als leidend; und die Eigenschaft des erstern, daß er wirken, daß er Bewes gung herverbringen kunn, nennen wir die Kraft. Ein jeder Korper wielt mit einer gewissen Kraft, das

beift: er bringt in einer gewiffen Zeit eine gewiffe Bewegung berbor. Es giebt alfo feine fogende, giebende oder fonft auf irgend eine Art wirkende Denn ein Ding, welches giebt foft, ober fonft wirft, muß wirflich vorhanden fenn; Die Rraft aber ift blog eine Eigenschaft wirflich vorhandner Go giebt bas Pferd ben Wagen mit einer gewiffen Rraft, ber Menfc wirft einen Stein mit einer gewiffen Rraft fort, u. f. w. Man fann aber nicht fagen: Die Rraft des Pferdes giebe den Magen, Der Die Rraft bes Menfchen merfe ben Stein. Batte man auf Diefen Unterfchied swiften ber wirfenden Urface und ihrer Rraft in ber Dechanif allezent Die geborige Rudficht genommen, fo wurde man fic viele Jerthumer und manche unnothige Streitigfeiten erfpart baben.

Je langer eine gewiffe Urfache wirft, um befte größer wird die Bewegung, welche fie bervorbringt, wenn fle anders immer nach einerlen Richtung wirft. Denn in Diefem Falle geht ber leibende Rorper mit ber Gumme der erzeugten Bewegungen fort. men Sie alfo an, baf die Rraft der wirfenden Urfache eine gewiffe Zeit hindurch gang unberandert bleibt, daß fie folglich immer einerlen Große und Richtung behalt, fo muß ber bewegte Punft, nach 2 Gefuns ben ber Wirfung, zwen Dabl, nach 3 Sefunden bren Rabl, nach 4 Sefunden vier Mabl u. f. w. fo viele Gefdwindigfeit haben, als er nach ber etften Sefunde batte, weil wirflich in ibm in jeder Sefunde eine neue und gleiche Bewegung entfteht, alle Diefe Bewegungen aber gleiche Richtungen baben, und ber Puntt fich baber, vermoge feiner Tragbeit, mit ihrer Summe bewegt. Seine Bewegung muß alfo gleiche formig beschleunigt fenn, wenn fonft, wie ich bier immer annebme, feine andere angere Urface ba ift,

wodurch fie geschwächt ober sonk verändert wird. In diesem Falle sagt man, daß jene Ursache gleiche form ig oder mit gleich form ig er Araft wirke. Eine gleichstrmige Araft muß also immer eine gleiche Richtung und Größe behalten, und jede gleichsbrmig beschleunigte Bewegung, die immer in einer geraden Linie sortgeht, sest eine gleichsbrmige Araft voraus, durch welche sie erzeugt wird.

Je größer die Bewegung ift, welche in einer ges wiffen Beit erzeugt worben ift, um befto großer muß auch die ju ihrer Erzengung nothige Rraft gemefen fenn. Bleichformige Rrafte alfo, Die ihre Große nie åndern, verhalten fich beftandig, wie die Beweguns gen, welche burch fie in gleicher Beit, j. B. in einer Wenn baber in einem Sefunde, erzeugt merben. Puntte, mabrend einer Sefunde, durch Die gleiche formige Rraft I, die Geschwindigfeit I, und. durch Die gleichformige Rraft f die Gefchindigfeit k erzeugt wird, so ift 1:f = 1:k, und f = k. Erbalt num ber Puntt burd Die Rraft f, in t Sefunden, Die Beschwindigfeit c; so bat man, weil seine Bewes gung gleichformig befchleunigt ift, 1:t=k:c, alfo

$$k = \frac{c}{t}$$
. Daber ift überhaupt die Rraft  $f = \frac{c}{t}$ .

Ein bewegter Punkt, in welchen gar keine außere Urfache wirfet, geht immer in gerader Linie gleiche formig fort, weil er feine Bewegung von felbit nicht im geringsten andern kann. Aendert er fie aber, es fen in Anfehung der Geschwindigkeit, oder der Riche tung, so ist das der sicherste Beweis, daß ansere Urfachen in ihn wirfen. Alle ungleichformige Bewes gungen segen daher gewisse Rrafte vorans, ohne wels che sie nicht bestehen konnen, aber bloß bep den gleichs

formig beschleunigten, die immer einersen Richtung behalten, find diese Rrafte gleichformig.

Man tann die gleichformigen Rrafte then fo gut fammenfegen, wie die Bewegungen. Wenn fie einers len Richtung haben, und durch die eine f die Gefdwins Digfeit k, durch die andere F die Seschwindigfeit K, in einer Sefunde erzeugt wird, fo bat ber bewegte Bunft, am Enbe ber erften Sefunde, Die Sefdwins Digfeit k + K, am Ende ber zwenten 2 k + 2 K, ber britten 3 k + 3 K u. f. m. mit einem Borte, er bewegt fich gleichfbrmig befchleunigt in einer geraben Linie, ale wenn er burch eine gleichfbrmige Rraft V Die = f + F ift, fortgetrieben marbe. Denn ba f=kundF=Kift, so muff auch V=k+K= Cben fo laft fich zeigen, baf man ben f + F fenn. Unterfchied zwener gerade entgegengefetter gleichfbrs miger Rrafte nehmen muffe, um bie jufammengefeste Rraft ju erhalten, und daß alfo zwen gleiche gerade entgegengefeste gleichformige Rrafte einander gleiche fem vernichten.

Dat aber die eine gleichförmige Kraft f die Richtung AD (Fig. 26) die andere F die Richtung AB, und gehn die durch beide besonders erzeugten Bewes gungen in einer Sekunde durch AD und AB; so if k = 2 AD, und K = 2 AB, wenn AD und AB in einer Sekunde durchlausen werden. \*) Run geht alsbann der bewegte Punkt, wenn beide Bewegungen in ihm vereinigt find, in einer Sekunde gleichsbemig beschlennigt durch AE; eben so, als wenn er bloß mit einer nach AE gerichteten gleichsbemigen Kraft V, die sich zu f, wie AE: AB werhalt, getrieben würde. Denn da die durch V in einer Sekunde erzeugte Seschwindigseit = 2 AE ist,

<sup>\*)</sup> Man febe ben vier und zwanzigften Brief.

fo ift auch V = 2 A E und V:f = 2 A E:2 A D = A E: A D. Man fann also in allen gallen, anstatt der vereinigten Rrafte nach AB und AD, die eine sige Kraft nach der Diagonale A E segen.

### Unmertungen.

1. Man nennt die gleichformige, und überhaupt eine jede Kraft, die, wie die Kraft der Schwere und jede andre gleichformige Kraft, immer gleich groß bleibt, der Körper, welcher durch sie bewegt wird, mag ruben oder in Sewegung sepn, eine ab folute Kraft, und sest sie der relativen Kraft entgegen, die sich, nach Beschaffenheit der Bewegung des Körgperd, verändert. So ist die Kraft, mit welcher wir einen Körper fortschieben oder fortstoßen, relativ, Denn sie wird um desto keiner, je stärker der Körper sich fortbewegt und dem Stoße ausweicht.

Nebrigens ist die Formel  $f = \frac{c}{t}$  vollfommen richs
tig, wenn man annimmt, daß hurch die gleichförmigs
Araft 1, in 1 Setunde, die Saschwindigseit 1 erzeugt
wird. Da wir aber den dentlichsen Begriff von der Araft der Schwere haben, welche gleichförmig ist, so
thut man am besten, wenn man diese 1 nennt, und
jede andre gleichförmige Araft mit ihr vergleicht. Es treibt aber die Schwere auf der Erde alle Körper,
wenn ihrer Bewegung nichts widersteht, oder wenn
sie in einem leeren Naume sallen, in der ersten Sokunde durch einen gewissen Naum g, der sich durch
Bersuche genau bestimmen läst. Sie bringt also in
dieser Zeit in ihnen die Geschwindigseit 2 g hervor,

Daher ift 2g:k=1:f, und f =  $\frac{k}{2g}$  =  $\frac{c}{2gt}$  oder

agtf = c. In einem unendlich kleinen Zeittheise dt wird mit der Kraft f die unendlich kleine, Ges schwindigkeit do hervorgebracht. Daher ift auch sgfdt = dc.

Wenn a die Sobe ift, durch welche ein schwerer Rorper aus der Ruhe im leeren Raume fallen muß, um die Geschwindigkeit c zu erlangen, so ist 4 g 2: c 2 = g: a. Denn 2 g ist die in einer Sekunde durch den Raum g, und c die in einer andern Zeit, durch den Raum a erlangte Geschwindigkeit, die Raume aber verhalten sich ben allen gleichsormig beschleunigs ten Bewegungen, wie die Quadrate der Geschwins

Digkeiten. Also wird  $\frac{G2}{4g} = a$ . Es ift aber auch, wenn burch die gleichstrmige Kraft f die Seschwins digkeit c in der Zeit t erlangt, und der bewegte Körper durch den Raum s getrieben wird,  $\frac{1}{2}$  ct = s,

Soeper view ven comment and  $\frac{s^2}{gt^2} = a$  oder

a gt. Runistzgtf = c. Also wird at = c oder 28°f = act folglich fs = a; oder wenn s der Raum ist, durch welchen ein Punkt mit der Kraft f getrieben werden muß, um die Geschwindigkeit c zu erlangen, und a die Hohe, durch welche ein schwerer Körper fallen muß, um dieselbe Geschwindigkeit c zu erhalten, so verhalten sich beide Raume umgekehrt, wie die beiden gleichstrmigen Krafte, nämlich f und die Kraft der Schwere x. Ist also die Geschwindigsteit c unendlich klein, so sind auch s und a nur Diff ferenziale, und man erhält fds = da.

2. Wenn daher eine gleichformige Kraft nach AB. (Sig. 141) = a, die andre nach AD = b, und den Bintel BAC, den beider Richtungen einschließen,

p ift, fo ift die ansammengesehte gleichfbrmige Rraft AE = V (a + b + 2 ab. cos. p), und bie Bintel, welche ihre Richtung mit ben Richtungen Der einfachen Rrafte einschließt, erhalt man burch Die Formein: tang.  $n = \frac{b. \sin. p.}{a + b. \cos. p}$ ; Tang. a. sin. p.
b + a. cos. p., indem n den Binkel BAE, und m ben Bintel DAE bedeutet. (25. Brief 2. Anmerfung.)

## Sieben und zwanzigfter Brief.

So babe bisher bloß von Kraften geredet, durch welche einzelne Punfte ober Elemente ber Rorper in Bewegung gefest merben. Ran nennt bergteichen Elementars frafte, fe mogen gleichformig fenn ober nicht, auch Beschleunigungstrafte (vires acceleratrices). Die Totalfräfte hingegen, durch welche gange Körper bewegt werden, beißen auch Bewegungsfrafte (vires motrices). Die Grofe ber erftern bangt lediglich bon ber in einer gewiffen Zeit erzeugten Gefdwindige feit ab, es mogen übrigens bie bewegten Punfte ju bichten ober ju lockern Korpern geboren. Go vers balt fic Die Elementarfraft' ber Schwere, welcher alle andre Elementarfrafte abnlich find. In jebem' Orte der Erde fallen, wie Sie miffen, die loderften und die bichteften Rorper in einer gleichen Zeit gleich def und mit gleichen Geftpwindigfeiten. Wenn bloß gleich bichte Rarper von verfchiebner Braffe und Daffe

afeich geschwinde fielen, so warde barans noch nicht folgen, daß die Dichtigleit und Laderbeit Der Rorper, in Anfebung ber Elementartrafte, etwas gang Gleiche gultiges mare. Denn verfchiebne gleich bichte Stude son Blev 1. B. mußten unfehlhat an jedem Orte ber Erbe, wo die Schwere immer mit gleichen Elemens tarfraften wirft, gleich geschwinde fallen, auch wenn fie nicht zusammenhingen, fondern in viele Theile getrennt maren, wenn gleich bie Große ber Bemes gung ber forperlichen Clemente, und folglich auch die Große der Kraft, durch melde jene Bewegung erzengt wird, von ihrer Dichtigfeit abbinge. Da aber die Erfahrung febrt, daß nicht bloß gleich bichte Rorper, fondern die lockersten fo gut, wie die bichteften, an jedem Orte der Erde gleich geschwinde fallen, fo ift Diefes ein augenscheinlicher Beweis, daß die Elemens te aller Rorper fich gegen die Bewegung auf gleiche Art, und fo, als wenn fie alle gleich bicht maren. verbalten. Bird in der Zeit t die Seschwindigfeit c erzeugt, fo ift ber Quozient - ben allen Korvern

immer von einerley unveränderlichen Stoffe. Da nun auch die Elementarkraft der Schwere, durch welche jene Seschwindigkeit erzeugt wird, sich immer gleich bleibt, so kann man jenen Quozienten mit Recht als das richtige Maß dieser Araft ansehn; und daher sinden alle in meinem letztern Schreiben gegebne Formeln und Bleichungen allemal Statt, wenn von

Aber gang anders verhalten fich die Totalfrafte; und die Dichtigfeit der Körper hat auf ihre Größe einen fehr farten Einfluß. Um diefes deutlich eins zusehn, muffen wir die Bewegung ganger Körpen etwas umfandlich betrachten. Die einfachke Bewes

gleichformigen Elementarfraften Die Rebe ift.

gung, welche überhumpt ein ganger Rorper haben fann, ift die, wenn alle feine Puntte immer in pas rallelen Linten und mitt gleicher Gefchwindigfeit forts gebn, wer, welches einerlen ift, wenn alle feine Theilchen in jedem Zeitpunfte einerlen Richtung und Befchwindigfeit baben; weil man paraftele Richtuns gen mit Recht als einerten anfieht. Cine folde Box wegung beißt eine fortgebende (motus progressionis), und wir finden fie febr baufig befone Ders ben allen foften Rorvern, wenn fie 1. B. frem fallen ober fortgeschoben merben. Gie ift fo einfach. Dag man die Bewegung bes gangen Rorpers fennt, febald man die Bewegung irgend einer feiner Buntte weiß. Je größer die Befdwindigfeit eines und ebeni beffelben Rorpers ift, um befto ftarter verandert er feinen Drt in einer gewiffen Zeit, um befto größer ift feine Bewegung. Bergleichen Sie aber die Bes wegungen verschiedner Rorper, Die mit gleicher Ges fcwindigfeit fortgebn ; fo muffen Sie nothwendig: auf die Menge der tbeperlichen Theile Rudficht nehs men, die jeder von ihnen enthalt. Sie macht dasjes nige aus, was man die Maffe bes Rorpers nennt. Da jedes diefer Theilden fich wirklich bewegs, fo ift Die Berauderung bes Orte bes gangen Rorpers, bet einer gleichen Gefdwindigfeit, in einer gewiffen Beit, offenbar um defto großer, je mehrere Theilchen er in feinem Umfange entbalt, ober je größer feine Raffa Rolglich verhalt fich in diefem galle Die fortges bende Bewegung, wie die Maffe. Stellen Sie fic verfchiedne gleiche Maffen bor, bie alle mit gleichen Befdwindigfeiten fortgebn, fo werben unftreitig die Bewegungen aller diefer Maffen einander vollig gleich Die Summe alfo ber Bewegung zweger Mafe fen ift zwen Dal, drever bren Dal u. f. w. fo groß, als wie die Bewegung einer einzelnen Maffe. Da

es nun, wenn verschiedes Torper profen einander gleich geschwinde fortgehn, darauf gar nicht ankommt, ob die Körper zusammenhängen oder gestenut sind, so folgt, daß ben gleichen Geschwindigseiten die fortz gehende Bewegung der doppelten Masse zwer Malz die der einfachen dren Mal u. s. w. größer ist, als die der einfachen, und daß also überhaupt sich die fortzehende Bewegung, wie das Produkt aus der Masse in die Geschwindigkeit des bewegten Körpersz verhält.

Sie feben bieraus, wie viel ben ber Bewegung ber Rorper auf ihre Dichtigfeit antommt. Sie einen Rubitfuß Luft in einen balb fo großen Raum jufammenbrangen, fo wird fie noch einmal fo Dicht, und bagegen noch einmal fo locker, wenn Sie Diefelbe Maffe in einen noch einmal fo großen Raum ausdehnen. Ueberhaupt ift jeder Rorper, so wie die Luft, um besto bichter, je mehrere Theilchen er ents. balt, oder je großer feine Daffe, und je fleiner gus gleich fein Umfang ift. Daber verbale fic übers baupt die Dichtigfeit gerade wie die Maffe, und umgefebet, wie ber Umfang ber Louver, und Sie feben bieraus augenfceinlich, bag ein großet, aber lodrer Rorper, ben einer gleichen Befcwindigfeit, oft eine fleinere Bewegung haben fann; als ein fleie ner und bichter, Da nun die gleichformige Rraft, burd welche eine gewiffe Bewegung erzeugt wird, Red Aberhaupt allemal gerabe wie Die emeugte Bemei gung, und umgefehrt wie die Beit verbalt, in wels der fie erzeugt mird, oder mit andern Worten: fe um befte großer ift, je großer bie erzeugte Bes wegung, und je furger die Zeit ift, in welcher fie erzeugt wird, fo feben Gie leicht, in wiefern bie Große einer gleichformigen Totalfraft von ber Raffe und ber Dichtigfeit bes bewegten Sbrvers abbangt.

Dat diefer die Daffe m, und ift in ibm in der get t eine fortgebende gleichformige befchleunigte Bemesgung bon bet Gefdwindigfeit c erzeugt worden, fo ift erftlich bie erzeugte Bewegung = mc, und zwepe tens die gleichformige Totalfraft F, burch welche jene Bewegung in der Beit t erzeugt worden ift, = Um fich hiervon noch mehr ju überzeugen, nens . nen Sie die Sefdwindigfeit, welche durch die See talfraft F in einer Gefunde erzeugt wird, k., so ift 1:t = k:c, weil die erzeugte Bewegung gleiche formig beschleunigt ift. Dadurch wird k = 2. Ist nun eine andre gleichsdrmige Totalkraft i vors banden, burch welche in einer Sefunde die Gefdwins Digfeit I in der Maffe I entfleht, fo verhalten fic offenbar beide Totalfrafte, wie die durch fie in gleis der Beit erzeugten Bewegungen. Also ift 1:F= r:mk, and  $F=mk=\frac{mc}{r}$ .

Die Araft, mit welcher die Erde alle Abrper aus zieht, die uns umgeben, die Araft der Schwere, ist eine gleichförmige Araft, und ich behalte mir vor Ihnen in der Folge die Erfährungen mitzutheilen, welche dioses beweisen. Ueberdiese haben alle frey fallende seste Körper fortgehende Bewegungen. Folgs lich ist die Totalkraft, mit welcher jeder von ihnen heruntergetrieben wird,  $\frac{mc}{t}$ , wenn m die Masse des fallenden Körpers, und a die Seschwindigkeit ist, die er in der Zeit t durch den freyen Kall erhält. Da nun alle Körper im leeren Raume gleich geschwinde sallen, und daher  $\frac{c}{t}$  eine beständige und unperäns

derliche Größe ift, so folgt, daß die Totalkraft ber Schwere F, welche man auch das Gewicht der Körper neunt, sich allemal wie m, oder wie die Raffe der Körper, verbält.

Wenn wir einen fdweren Rorper auf ber Sand balten, fo fublen wir es, bag er in jebem Augens blicke ju fallen aufängt, und bag wir gegen ibn wie fen muffen, um feinen Rall zu verbindern, mit einem Worte: wir fublen seinen Druck. Diefer Drud verhalt fich allemal, wie fein Gewicht, weil wir ben Rall bes gangen Rorpers verhindern ober vernichten, weil wir in bem gangen Rorper eine Bewegung bervorbringen muffen, Die ber burch Die Schwere ers jeugten Bewegung gerade entgegengefest und gleich Da wir nun ben Druck verschiebner Rorper, folglich auch ihr Gewicht, vergleichen tonnen, fo giebt uns diefe Bergleichung ein leichtes Mittel an Die Sand um uns auch von ben Daffen der Rorper, und von ihren Dichtigfeiten ober vielmehr von ben Bers baltniffen der Maffen und Dichtigfeiten, beutliche Begriffe ju machen. Denn es ift, wie ich Ihnen ger geigt babe, gemiß, bag bie Daffe eines jeden Rors pers fich immer, wie fein Bewicht, verhalt.

Die Alten glaubten, daß ein Körper von einem größern Gewichte, nach dem Berhaltniffe, in wels dem er schwerer ist, auch schneller fallen musse, als ein leichtrer. Sie saben namlich bep der Schätung der sortgehenden Bewegung bloß auf die Geschwing digkeit, und vergaßen die Masse. Sie erwogen nicht, daß die fortgehende Bewegung eines Körpers von zwenen Pfunden doppelt so groß ist, als die von einem Pfunde mit gleicher Geschwindigkeit; daß viel mehrere Kraft dazu gehört, einen schweren Stein, wenn gleich langsam, fortzubewegen, als ein leichtes Stücken Dolz sortzuwersen. Datten sie hierauf

Råckficht genommen, so wurden fle leicht eingefehen haben, daß ein Gewicht von zwepen Pfunden im leeren Raume nicht schneller fallen kann, als eins von einem Pfunde. Denn eben weil zwep Pfunde doppelt so viele Rasse haben, alszeines, so gehört auch doppelt so viele Kraft dazu, um in zwepen ebens dieselbe Geschwindigkeit in gleicher Zeit zu erzeugen, als in einem.

Wenn Sie den Ausdruck, den wir für die Totals fraft F gefunden haben, mit dem Ausdrucke für die Elementarkraft f vergleichen, so werden Sie sinden, daß jener sich in diesen verwandelt, wenn man mar fest. Dieses kommt daher, daß die Elemente aller Körper, wie ich schon oben bemerkt habe, sich vollkommen eben so verhalten, als wenn sie alle gleich dicht oder von gleichen Massen wären. Indessen müssen Sie das, was ich hier von den Elementen oder den ersten Bestandtheilen der Körper sage, nicht auf ihre kleinern Theilchen ausdehnen, die immer schon aus ungähligen Elementen zusammengesetzt sind, also sich auch durch ihre Massen von einander untersscheiden, und sich deshalb gegen die Bewegung eben so verhalten, wie die größern Körper.

Jede Totalfraft ift unendlich größer, als die Eles mentarfraft. Denn sie ist die Summe aller Elemens tarkräfte, deren es so viele giebt, als Elemente, das ist: in jedem Körper unendlich viele. Wenn man eine Totalkraft kennt, so erhält man bep fortgebens den Bewegungen die Elementarkraft aus ihr, wenn man sie durch die Masse theilt. Da man aber diese nicht anders, als durch das Sewicht des Körpers ausdrücken kann, so theilt man die Totalkraft eines Körpers mit seinem Sewichte, um die Elementarkraft zu erhalten. Go wird, wie Sie leicht sehn, die

Elementarfraft ber Schwere die Einfeit, auf welche man alle andre abnliche Rrafte bezieht. 8

Benn eine Ursache nicht immer nach einerley Richtung, oder bald ftarker bald schwächer in einem Körper wirkt, so ist ihre Kraft ung leich formig, und die Bewegung des Körpers, wenn sie immer in gerader Linie fortgeht, nicht gleichsormig beschleunigt. Da aber eine jede merkliche Beränderung eine merks. liche Zeit erfordert, und man die Zeit ohne Ende sort theilen kann, so ist auch die Beränderung einer Kraft in einem unendlich kleinen Augenblicke nur uns endlich klein. Man kann also ohne den allergerings sten Jerthum annehmen, daß eine jede wenn gleich moch so ungleichsormige Kraft, während eines uns endlich kleinen Augenblicks, ganz unverändert oder gleichsormig bleibt.

#### Anmerkungen,

1. Gefest es haben zwen Rorper, bon einer gleis den Maffe m, die fortgebenden Bewegungen N und O; der erfte gebe mit der Seschmindigfeit c. Der andre mit k fort, so ift N: 0 = c: k, weil die Maffen gleich finb. Befett ein britter Rorper von Der Maffe M gebe mit der Geschwindigfeit k fort, und feine Bewegung fen P, fo ift, wegen der gleis den Gefdwindigfeiten, O : P = m : M. wird N:P = mc : Mk (III. Ginleit. 62). Ben Diefer Schapung ift es gleichgultig ob die forts gebenden Bewegungen gleichformig find, ober nicht. Denn Die angeführten Berhaltniffe finden Ctatt, fo lange die Rorper die Sefdwindigfeiten c und k baben. Sobald fie aber Diefe verans bern, fo verandern fich jugleich auch ibre Beweguns gen N. O, P. Gin gleichformig befchleunigter Kors

per hat keinen Angenblick lang weder dieselbe Gos schwindigkeit noch dieselbe Bewegung; aber dennoch verhält sich in dem Zeitpuntte, da er die Geschwindigkeit coder k hat, seine Bewesgung, wie das Produkt aus dieser Geschwindigkeit in seine Masse.

- 2. hier ist eben dasselbe zu erinnern, was ich voen in der 1 Anmert. des 26 Briefs gesagt habe. Man kann auch die Totalkraft F am besten durch mc
- 3. Wenn man den Ausbruck für die Totalfraft F mit m theilt, so erhält man die Elementartraft f, und wenn man f mit m vermehrt, so bekommt man F. Es bedem tet aber m die Masse des Korpers, welche durch sein Gewicht ausgedrückt wird. Ist also von der Schwere die Rede, so wird F seibst dem Gewichte des Korpers gleich. Wenn man daher in diesem Falle F mit dem Sewichte theilt, so erhält man für die Elementars fraft der Schwere 1, welches auch mit den andern allgemeinen Ausdrücken für die Elementarkaste übers einstimmt (26 Brief 1 Anmert.)
- 4. Ben den ungleichförmigen Rraften gelten daher die oben gefundnen Ausdrucke: 2 gfdt = dc, und fds = da (26 Brief 1 Anmerk.). Hat der Punkt die Geschwindigkeit. c auf irgend eine Art in dem Zeitpunkte bereits erlaugt, da er mit der Eles mentarkraft f beschleunigt oder verzögert zu werden anfängt, und wurde er mit c den Raum dx in der Zeit dt zurücklegen, so ist c =  $\frac{dx}{dt}$  und dt =

 $\frac{dx}{c}$ , also 2 gfdx = cdc. Es ift aber auch cdt

m dx, und daher dodt mads, wenn man dt als beständig ansieht (III. Einl. 244). Daher wird das mag agfdt2. Es ist aber do entweder positiv oder negativ, nachdem die Bewegung des Puntts durch f entweder beschleunigt oder verziegert wird.

# Acht und zwanzigster Brief.

Wenn an einem Puntte E zwer gleichformige Rrafte (Big. 141), Die fich wie EB: ED verhalten, nach den Richtungen EB und ED angebracht werden, und Sie befdreiben bas Parallelogramm EBAD, fo wiffen Sie bereits, daß die Diagonale diefes Das rallelogramms EA Die Grofe und Richtung ber aufammengefesten Rraft vorftellt; bag ber Puntt I no eben fo verhålt, als menn er bloß mit diefer eine sigen gleichformigen Rraft EA nad EA getrieben : wurde. Berlangen Gie alfo die AE in K, und bringen Sie in E nach der Richtung E K, eine deitte alcichirmige Rraft an, Die = EA ift, fo muß Diefe wit den Reaften EB und ED im Gleichges wichte fenn, fo, daß der Bunte E fich gar nicht bes megen fann. Denn es ift augenfcheinlich, bag zwen ville gleiche einander gerade entgegengefeste Bemes gungen, wenn fie in einem Bunfte vereinigt werden, ach ganglich vernichten und aufbeben. Diefer Rall sher findet bier Ctatt, be in bem Buntte E. burch Die Birtung Der Rrafte EB und ED, beftaudig sine gewiffe Bomegung nach E A, und zugleich, durch Die Wirkung ber beitten Araft, eine gleiche und ges vade entgegengefette Bewegung nach EK anfangt.

Man fann Diefes Gleichgewicht ber Rrafte burd Sewichte finnlich machen. Denn nicht nur bis Lotalfrafte, mit welchen die Somere Die Rorper jur Erbe treibt, beißen ihre Bewichte, fondern man nennt auch die Rorper felbft fo, infofern die Sowere mit gewiffen Totalfraften in fie wirt. weil man fich gewöhnlich Diefe Korper felbst als Die Urfachen bes Drucks, ben fie ausüben, vors Reat. Benn man alfo in E brep Schnure jus fammenbindet, fie nach den Richtungen EB, ED, EK über febr bewegliche Rollen giebt, und bers nach an ihren Enden Bewichte befestigt, die fich wie EB, ED, EA verbalten, fo bleibt ber Puntt E beftandig in Rube, und bewegt fich meder auf Die eine noch die andre Saite. Denn die Gewiche te verhalten fich, vollfommen, wie gleichformige Rrafte; und Die Rraft, mit welcher Die Comere, alles jur Erde treibt, ift ben jedem Rorper bes ftandig gan; unveranderlich. hiervon überzeugt uns nicht nur ber gleichformig befchleunigte frene Rall ber Rorper, fondern felbft die allergemeinften Erfahrungen fegen Diefe Babrbeit gang außer Zweifel, ba ein jeder Rorper beständig gleich fart und auf gleiche Urt druckt. Indeffen tonnen auch Menfchen ober Thiere, anftatt ber Bewichte, an ben Schnuren giebn; wenn fie nur in bem gebbi rigen Berhaltniffe giebn, fo bleibt E in Rube. Beobachtet man aber Die vorgefdriebnen Berbales niffe nicht, fondern nimmt j. B. großere ober fleinere Sewichte, als man nach jenem Berbalt niffe nehmen foute, fo bewegt fich E auf Diefe ober jene Seite. Ueberhaupt nennt man jeben Rorper, er fen ein Gewicht, ober ein Menfc ober ein Thier u. f. w. infofern man ibn jum Bieben, Stoffen w. f. m. gebraucht, um baburch ein Bieiche

gewicht ober auch eine Bewegung in Mafchinen bervorzubringen, eine Poteng.

Rennen Ste bas Gewicht nach EB, P; bas nach ED. O nut das nach EK, R, fe daß fich P: Q = EB: ED nad P: R = EB: EA vers balt, und ftellen Gie fich eine fteife, unblegfame aber bewegliche, immaterielle Ebne vor, in welcher Die Puntte E, B, A, D liegen. Berlangern Sie in derfelben die ED in H, und Die EB in G, fo feben Gie leicht, bag ber Buntt E auf gleiche Art gezogen wird, Sie magen bas Gewicht P in B ober G, ober in welchem Puntte ber Lis nie EG Sie wollen, anbringen, weil alle diefe Punfte gufammenbangen, und megen ber Unbiegfame feit der Cone weder auf die eine noch auf die andre . Seite ausweichen ober fich trennen fonnen. Etwas abnliches fann man auch von ben Gewichten Q und R fagen, und es ift alfo erlaubt, P in F. nach ber Richtung FG; Q in I, nach ber Riche tung IH; und R in A, nach ber Richtung AE, anzubringen. Die gange Chne muß offenbar, auch ben Diefer Einrichtung, vollig im Gleichgewichte Richten wir aber Die Sachen auf Diefe Art ein, laffen wir auf BG und DH aus A Die fentrechten Linien AF, AI fallen, und bringen wir P nach F, Q nach I, und R nach A; fo seben Sie leicht, daß wir die übrige unbiegfame Ebne gar nicht weiter brauchen, und bag es genug ift, wenn die Puntte F; A und I mit geraben ober frummen, fleifen, unbiegfamen und immates rieffen Linien verbunden find. Golde bereinigte Kinien, an welchen zwen Potenzen um einen ges wiffen Puntt A im Gleichgewichte find, nennt man einen Debel, und AF, AI find die Arme Deffelben. Da DH mit BA, und DA mit BF.

parallel, ben F aber und I rochte Wintel find, so find die Orepecte BAF, DAI einander abntich. Daber ift AI: AD = AF: AB oder AI: AF = AD: AB = EB: ED = P: Q. Wenn sich aiso die Gewichte am Hebel umgekehrt wie die Entsernund gen ihrer Richtungskinien vom Punkte A verhalten, so bleibt der ganze Hebel im Gleichgewichte, wenn anders der Punkt A une, wie ich hier annehme mit der Kraft R in der gehörigen Richtung AE gezogen wird. Denn da AI, AF auf die Richtungslinien IH, FG der Kohste Q und P seutrecht find, so drücken sie die Entsernungen jener Linien von A and \*). Wan nennt sie auch, der Kürze wegen, schlechtsin die Entsernungen der Potenzen, som A.

Der Punft A pflegt an den Debeln feft ju fenn, und alebann ift es gar nicht nothig, ibn nach A E su giebn, weil er ber bereinigten Birfung ber Ges wichte P und Q burch feine Unbeweglichfeit binlange lich widerstebt. Sewohnlich nennt man in Der Mes canif eine jede fteife mathematifche Linie, Die fich um einen ihrer Dunfte breben fann, einen Debel. Wenn A fest ift, wie ich funftig immer voraussegen werde, fo bat man blog nothig auf P und Q ju Berhalt fic P: Q = AI: AF, fo ift ber Bebel im Bleichgewichte und fann fic nicht breben. Sind AI und AF gerade Linien, Die einen gewiffen Bintel FAI einschließen, fo beißt FAI ein Bin's telbebel. Indeffen gilt bas, was ich von diefem erwiesen habe, auch vom geraden und jedem andern Denn wenn Gie fich um E (Rig. 53), 'als um einen Mittelpunft, swen fteife freisformige bete einigte Scheiben porftellen, Deren Umfreife burd bie Endpunfte F und G des Bintelbebels GEF gebn,

<sup>👏</sup> III. Gand. Cialeit. 20.

fo feben Sie fricht, baf die Michtungelinien GA. FI der Arafse P und Q, weil fie auf E G und E F fentrecht find, jene Umtreife in G und F berühren. Es ift aber gleichviel, wenn Gie eine Scheibe um ibren Mittelpunft breben wollen, melden Bunft ihres Umfanges der an ihr befeftigte Raben beraben. Benn alfo burch E eine magrechte gerade Linie BG gejogen wirb, und EB = EG, EC aber = EF ift; fo fonnen Sie bas eine Semicht P aus G in B, and das andre Q aus F in C verfegen, shae baf Daburd bas Bleichgewicht ber Scheiben geftort wird. wenn nur die Richtungen der Rrafte auf BC fent recht find, und fie flibft fic, umgefehrt wie ibre Entfernungen won E. verbalten. Sangen alle an bem geraden borizontalen Sebel die Gewichte P und Q, fa bleibe ber Debel im Gleichgewichte, wenn Pr O = EC:EB in.

Man ficht an jedem Debel die eine Pateng Q go wohnlich als eine Laft an, welche die andre Botong P erbalt, baf fie nicht fallen tann. In Diefem Bers fande nennt man C ben Det dar Laft. und B ben Ort ber Rraft. Der britte mefenfliche Bunft eines jeden Bebeld, ber Drebpunte E, Not burd eine Unterlage (hypomochlium) Mefestiat. Judeffen muß er immer feft fenn, menn er nicht mit einer befondern Graft R in die bobe ge. Reft: aber der vielmehr unbeweglich esecs wird. wird ein Punft bedurch, das man ihn auf ireend eine Mrt mit bes Erbe verbindet, fo baß er fich nicht bewegen fann, sone ber Erbe feine Bavegung wits antheilen. Denn do die Maffe ber Erde, in Anfes hung der Waffe aller Körper, die und umgeben, unendlich groß ift, .. fo wird auch von jeder endlichen Bewegung, die wir bemorbringen tonnen, fo bald fie fic ber Maffe ber Erbe mittheilt, Die Gefdwine

digfeit unendlich klein, bas beißt: fie verschwindet ganglich, und der Körper, der fich, ohne den Zus sammenhang mit der Erde, oft febr schnell bewegt haben wurde, bleibt ganglich in Rube.

Ben bem Bebel bat man nicht fowohl auf bie Rrafte felbft, also vielmehr auf ihre Momente ju Man nennt das Moment einer Rraft. Die am Debel angebracht ift, bas Produtt aus ber Rraft und aus ihrer Entfernung bom Drehpunfte. Reber Debel ift im Gleichgewichte, wenn die Momem te ber Rraft und ber gaft einander gleich find. Deud thenn in A und B (Rig. 54) zwen Gewichte find, Die Ro wie CB : CA verhalten, fo ift, wie Gie gefeben Baben, ber gerabe Debel, fo wie ber Bintelbebel. im Gleichgewichte. Alebann aber ift A. CA = B. CB, oder die Momente beiber Gewichte, mounn Das eine Die Laft vorftellt, find einander gleich. Dies fes gilt ben beiben Arten bet Bebel. Deun wenn Der Drebpuntt zwifden ber Kraft und laft liegt, wie ich bisher immer angenommen habe; so ift der Hebel von der erften Art (Vectis heterodromus). Biegen aber Rraft und gaft beide von einer, und bet Drebpunft bon ber anbern Seite, fo ift ber Debel ben ber imegten Art (Vectis homodromus). Ben dem lettern (Sig. 55), deffen Drebpunft in A. faut, muffen die Kraft und faft in C und B. wenn er im Gleichgewichte fenn foll, entgegengefeste Rich. fungen baben, 1. B. die eine nach CD, Die andre Stellen Sie fich voe, ber Panft A mare nicht feft, fondern man batte bufeibft ein Gewicht P angebracht, welches mit bem Bewichte p in B nach Vinerlen Richtung jage und im Gleichgewichte mare indem jugleich ber Puntt C nach CD, ber Richtung AF oder BE entgegen, mit der Rraft P + p ges Togen murbe. Go batten Gie einen Debel ber erften

AC = p.BC, also auch P.AC + p.AC = p.BC + p.AC, oder (P + p) AC = p.BC + p.AC, oder (P + p) AC = p.AB sepn. Befestigen Sie nun wieder den Punkt A, und nehmen Sie sein Gewicht ab, so wird durch diese Beränderung die Ruhe des Hebels nicht gekört, und er ist jest ein Jebel der zweyten Art. Soll er aber im Gleichgewichte bleiben, so muß C mit der Kraft P + p nach CD gezogen werden, und (P + p) AC = p.AB sepn, das heißt: auch im Jebel der zweyten Art mussen und Rase des Gleichgewichts, einander gleich sepn.

Diefe Gleichbeit ber Momente benm Gleichgewichte findet auch aledenn noch Statt, wenn die Richtung, ber Rraft ober Laft, ober auch beiber, nicht fenfrecht fondern fchief auf Die Arme des Bebef ift. es fen (Rig. 56) ACB ein gerader hebel, ber in A nach einer auf seinen Arm AC schiefen Richtung AE gezogen wird, und in B das auf feinen andern Arm CB fenfrechte Gewicht Q bat. Berlangern Sie Die Linie EA in D. und giebn Sie CD fenfrecht auf fie; fo ift DCB ein Bintelhebel, an welchem, wie Sie gefeben baben, bas Gewicht P, nach ber Riche tung DAE, mit bem Gewichte Q in B im Gleiche gewichte fenn wird, wenn fich P: Q = CB: CD verbält. Run febn Sie aber leicht, . wenn Sie fich wieder eine fteife geometrifche Ebne vorftellen, Die um C gedreht werden fann, und in welcher die Lis nien CA, CD, CB, DE liegen, daß es gang gleichgultig ift, in welchem Buntte ber Linie DE bas nach diefer Nichtung giebenbe Gewicht P anges bracht wird. Sepen Sie es alfo nad A, fo wird der Bebel ACB im Gleichgewichte fenn, wenn fich Die Bewichte P : Q. wie CB : CD, ober umgefehrt

wie ihre Entfernungen von C, verhalten, und es find alfo auch hier die Womente der Kraft und Laft P.CD und Q.CB einander gleich, wenn der hebel im Gleichgewichte ift.

Bemerken Sie bep dieser Gelegenheit, daß es als lemal am vortheilhafteften ift, wenn man einen hebel im Gleichgewichte erhalten, oder ihn drehen wist, der Kraft eine auf den Arm des hebels AC senkrechte Richtung zu geben. Denn ein Gewicht p, welches in A den hebelarm CA senkrecht nach Ae herunsterzöge, würde, wenn es mit Q im Gleichgewichte wäre, immer kleiner senn, als P, und zwar im Berr haltniffe von CD: CA. Denn es ist P.CD = Q.CB, also P =  $\frac{Q.CB}{CD}$ . Wäre aber das nach A e ziehende Gewicht p mit Q im Gleichgewichte, so wurde  $p = \frac{Q.CB}{CD}$  senn es sie P: P =

r : 1 oder = CD : CA verhalten; und überhaupt feben Sie hieraus, daß die jum Sleichges wichte oder jum Dreben eines hebels nothige Rraft allemal am kleinsten ift, wenn fie auf den hebelarm

CA sentrecht ift.

Ein frummer hebel läßt fich allezeit als ein ges vader oder als ein Wintelhebel behandeln. Denn da er steif ist, so verhalten sich seine dren haupts punkte, nämlich der Drehpunkt und die Punkte der kast und Kraft eben so, als wenn sie mit geraden steisen Linien vereinigt wären. Go ist der krumme hebel AGCHB (Fig. 56) als ein gerader anzusehn, weil die Punkte A, C und B in einer geraden Linie siegen. Die Krämmung der Theile zwischen diesen Sauptpunften fann in den Momenten der Reaft und Laft nichts veräubern.

# Unmerfung.

n. Wenn die eine Kraft am Debel — n, die andre — b, und p der Winkel ift, den die Richtungen beider Krafte mit einander einschließen, so muß, in dem Halle des wagrechten Debels AB (fig. 55) der in A und B lothrecht heruntergezogen wird, den Hunt C lothrecht heruntergezogen werden. Denn da hier p — o, also sin. p — o und coo. p — 1 ift, so wird tung. n und tang. m — o (25 Gries and 10 Mun.), also C D mit AF und BE parallel. Die Ordse der Kraft in C ist  $V(a^2 + b^2 + 2ab)$  — a + b. Giber selbst ohne Rechung sieht man offens dar, daß der ganze Debel mit der Kraft a + b, oder P + p, heruntergezogen werden muß, wenn er in Russ bleiben soll.

# Reun und zwanzigfter Brief.

Man fann an einem Sebel viele Sewichte zugleich und überhanpe viele Potenzen anbringen, aber auch in diefem Falle muß die Summe der Momente des Rrafte der Summe der Momente der faften gleich senn der Hebet im Gleichgewichte bleiben soll. Denn Sie thunen sich einen solchen Debel allezeit als aus verschiednen einfachen auf einander liegendem Debeln zusammengesett gebenken. Sind nun z. B'

verfciebne Arafte ba, burch welche eine laft ers Balten wird, fo tonnen Gie die lettre fic in fo viele Theile, als Rrafte da find, und zwar fo gerlegt gebenfen, bag bas Moment eines jeden Theils dem Momente einer Rraft gleich wird. Stellen Sie fich nun jede Rraft mit bem ibr jus geborigen Theile der Laft an einem befondern Debel por, fo muß ein jeder biefer einfachen Debel alfe and ber gange aus ihrer Berbindung gufammens gefeste Sebel im Glebchgewichte fenn, weil ben jes den die Momente der Kraft und Laft gleich find. Sind aber an einem Sebel auch mehrere gaften, fo felen Sie fich Anfangs nur eine gintige bor, Die mit ben fammelichen Rraften im Gleichgewichs te und beren Moment also ber Summe ber Mos mente ber Rrafte gleich ift. Go fonnen Sie diefe an : Die Stolle ber Rrafte fesen, Die faften ale Arafte aniehn, und eben fo verfahren, als vorber. Go merben Gie fich beutlich überzeugen, daß der gange Debel im Gleichgewichte bleiben muß, wenn Die Summe ber Momeute der Rrafte ber Summe Der Momente der Laften gleich ift.

Die Unterlage, welche ben Drefpunkt eines Debels halt, wird unter gleichen Umständen von einem Debel der ersten Art allemal stärfer gedrückt, als von einem Hebel der zwenten Art, weil bey jenem die Potenzen nach gleichen, ben diesem aber nach entgezeugesetzen Richtungen wirken. Hängen an einem Debel der exsten Art Gewichte, so muß der Orehpunkt allezeit von unten mit einer Rraft unterstätzt werden, die der Summe dieser Gewichte gleich ist. Hängt aber an einem Hebel der zwenzten Art (Fig. 55) z. B. in B ein Gewicht, und wird daher der Punkt C nach D in die Sobe gezogen, so muß man den Drefpunkt A nicht von

unten fügen, fanbern mit einem Ragel voer einem andern unbeweglichen Rorper von oben zurückalten, weil im Stande des Sleichgewichts die Rraft ben C gubfier ift als die ben B, und alfo A ffarter herauf als herunter gezogen wird.

Ed ift oft felbft in ben gemeinften Borfallen bes Lebens nothig, ben Druck ju fennen, ben Die Unters lage eines hebils leidet. Benn 1. B. an einer Stange AB (Right 57) eine Laft P in C bangt, und bon swepen Berfonen in A und B auf den Schultern getragen wird, fo muß man diefelbe, allezeit ber ftare feen Berjan um fo mehr nabern, als Diefe, ftarfer, ift als die andre. Denn man fann AB als einen geras Den Debei der erften Art aufebn, ber in A und B gerate berauf gehoben, im Drebpunfte Caber mit dem Gewichte P gevade herunter gezogen wird. . If sun die Rraft in A = V, in B = v, und V + v = P, das Moment aber von V, namlich V. A.C. dem Momente v. BC gleich, fo bleibt der Sebel im Kolglich wird alsbann V: v == Oleichgewichte. BG: AC. Aft baber ber eine Menfch jum Enagen 1. B. noch ein balbmal fo fart als der andre, fo muß ber febmachre in B. ber ftarfere in A tragen, und CB: C-A = 3:2 fepn. Bare alsbann bas in C bangende Gewicht von 50 Pfunden, fo murbe ber eine Menfc in B nur po, der andre aber in A 30 Pfunde tragen, beibe murben ihren Rraften ges maß befomert fenn, und diefe Befcwerbe langer aushalten fonnen, als wonn die Laft nicht auf diefe Art unter fe vertbeilt worden mare.

Der physische materielle hebel gehört zu ben eins sachen hebezeugen, oder zu den ein fachen Masschinen, die man zum heben braucht, besonders wenn man große Lasten mit einer geringen Kraft in die hohe bringen will. Zwep andre einsache Maschis

men: die Rolle und das Rad mit der Welle granden Sch-ebenfalls auf ben Sebel, ober man fann ihre Birfung begreifen, wenn man die Beorie bes bebeis fennt. Ueberhaupt fonn man fich in allen Bafchinen und feften Rorpern, Die fich um gewiffe fofte Puntte breben laffen, Debel ober ftelfe Linien mit gewiffen Drebe puntten vorffesten. Gelbft die Anochen ber Sbiere geboren zu folden Rorpern, ba fie felf und burd Belenfe jufammengefunt find, um melde fie fich bes An folde burd Selenfe berbundne megen laffen. Rnochen findet man die Sohnen ober Blechfen gewiffer Dufteln befeftigt, und biefe bewegen, indem fie fic Salb verfürgen, bald berlängern, Die Rnochen auf mancherien Art gegen etwander. Denn alle bergleis den Ruffeln baben in der Mitte einen fleifchiten, baudichten, reinbaren Theil, und endigen fich ju beiben' Seiten in barte und bunne Theile, welche man Gebuen ober Rlechfen nennt. Die lestern find nabe Ben ben Belenten, als ben Unterlagen, und noch bagn febr fcbief, an ben Anochen befeftigt, fo, baf bie Rraft, mit welcher fich Die Duftein jufame mengiebn, gewöhnlich mehr ale fechtig Dable großet ift, als bie gaft, welche baburch gehoben wirb. Abet bagegen werben auch alle Bewegungen ber Thiere mit einer faft unbegreiflichen Gefdwindigfeit Berbors gebracht. Deun je nober am Drebpunfte C (Rig. 54) Die Boteng in ben Debel wirft, um befte weniger barf fie fich felbft bewegen, wenn ber hebel gebrebt wird, und bennoch erbalt die laft eine anfebuliche Gefdwindigfeit. Wenn fie j. B. in A wirft, fo geht bie laft B burd ben Sogen BE, wabrend baß fle felbft nur ben Bogen AD durchlauft.

Ueberhaupt verhalten fic, wenn fich ein Sebel AB um ben Punft C brebt, die Sefcmindigkeiten feiner außerften Punfte A und B allemahl, wie AC: BC. Denn buebt fic ber Debel gleichfbemig, fo ift Die Sache an fich flar, weil die Beschwindige feiten gleichformiger Bewegungen fich immer verbale ten, wie die in gleicher Beit burchfaufnen Rauma Dreft er fich aber ungleichformig, fo tann man bie Belt, in welcher B durch den Bogen B E geht, in unendlich fleine Theilchen gertegen, und Die Bemes gung, mabrend eines jeden folden Beittheildens, als gieichformig anfebn. Go flein aber auch ein foiches Theilden ift, fo verhalten fich bennoch die in ibm von den Bunften A und B burchlaufnen Bogen alles mal wie AC: BC. Alfo verhalten fich auch die Bee fdwindigfeiten, welche A und B in jedem monliden Beitpunfte jugleich beben, oben fo. Benn j. B. AB eine fleife um ben Puntt C febr leicht bewegliche Stange iff, und CB ift 20 Mal größer als CA, so tann ich zwar 20 Pfunde, die in A liegen, mit einem in B aufgelegten Pfunde erhalten, und mit einem fleinen noch bagu gelegten Bewichte fogar in Die Dobe bewegen; allein der Bortheil, daß ich eine fo große laft mit einer fo fleinen Rraft beben fann, ift immer mit bem Rachtbeile verfunpft, bag bie Bat um befto langfamer auffteigt, je fleiner bie Reaft ift, durch welche fie fteigt. In unserm galle 1. B. ift die Potent fast '20 Mal Aleiner als die Baft: allein iene muß auch 20 Mal foneger laufen als Diefe, wenn fte fic bewegen foll, und baber fagt man mit Recht. baf man ben bem bebel bas an ber Gefchwindigfeit bet Bewegung ber laft verliert, was man an ber Rraft gewinnt, mit welcher man fie bewegt. Aber dagegen wird and umgefehrt das, was man an des Traft vertiert, durch die Gefdwindigfeit der gaft erfest.

Es gefårt eben fo viel Araft dagn, um ein Beinen Gewicht mit daer graften Gefchwindigleit, als

um ein großes langsam in die Sobe zu heben. Daber können an einem ungleicharmigen Sebel sich ungleiche in A und B anfgelegte Sewichte, die sich, umges kehrt wie ihre Entfernungen von C verhalten, eben so wenig bewegen, als zwen gleiche Gewichte, die an den Endpunften eines gleicharmigen Debels hans gen, einander in die Sobe zu heben im Stande sind.

Die einfachen Mafchinen laffen fich fo, wie man fie fic in der Dechanit gedeuft, freglich nicht bars ftellen, indeffen giebt es bennoch verfchiebne gum Theil febr gemeine Bertzeuge, Die gleichfam phofis fche Debel find : Den Bebebaum, Die Brechftange, Die Anrbel, die Bage; und fo bat man auch andre Bebes zeuge, auf welche fich die mechanische Theorie ber übrigen einfachen Dafchinen fehr leicht anwenden Eine jebe Stange, Die fart genug ift, und mit bem einen Ende unter eine gaft gefcoben, nabe an diefer auf eine fefte hervorragende Unterlage ges flust, am andern Ende aber niedergedruckt wird, Rellt einen Debebaum vor. Gie feben leicht, daß man, um die Rraft ju erfparen, ben Bebebaum ben B (Rig. 58) nach BD, fenfrecht auf C B nieberbruden, und die Unterlage ben C fo weit von B entfernen, dem Puntte ber Laft aber A fo febr nabern muffe als Ueberhaupt ift bie Erfparung ber Rraft moglich. Die wefentliche Abfict aller Bebegeuge, und es ift mehrentheils gang gleichgultig, ob die gaft burch fie langfamer oder fcneller gehoben wied. Dit bem Debebaume hat die Brechftange, beren fich bie . Muller, Die Maurer und Zimmerleute bedienen, eine große Mebnlichfeit. Sie ift eine etwas bide Stange . von Gifen, die an einem Ende gefrummt und etwas gespalten ift, daber fie auch ben Ramen Geiffus. (pied de chèvre) erhalten bat. Man tann fic threr als eines Debebaums, ober als eines Debels

vach oben gefehrt, unter die jast gehracht und ihre Arummung unterführ wird, wie in der 58. Figur. Man kann aber auch das gespaltne Ende derselben C nach unten kehren, (Fig. 59) auf die Erde seten, die Arummung A unter die Last bringen, und das andre Eude B der Brechstange nach der Richtung BD heben. Alsdann ist dieses Werspeug als ein Hebel der zweys ten Art anzusehn.

Die Aurbel oder der Arummgapfen (manivelle) ift gewöhnlich von Gifen, und in der Mitte ber Scheiben, Bellen und andrer abulicher rnuber Rorper, welche fic breben, befeftigt. Sie ift ges frummt ober edicht gebogen, und bient entweber ju einem Sandgriffe, welchen man anfaßt, wenn man Dergleichen Korper dreben will; aber fie ift mit einer Lenfftange verbunden, Die fich bin und ber fchiebt, indem ber runde Rarper fich breit. werben Dumpenftaugen, ober Sagegattern in ben Soneibenablen, burch eine an ber Belle eines Bafferrades angebrachte Rurbel berauf und berunten bewegt, und bagegen brebt man bie Spinnraben burd eine an einer Rurbel bangende Stange, welche wechfeleweise berauf und herunter gezogen wird. In allen Rallen ift die in der Are CD (Fig. 60) des runs den Rorpers befestigte Rurbel A B als der eine Arm eines Debels angufebn, beffen andrer Urm in jenen Rorper fallt. Entweder ift Die Rraft am Ende ber Aurbel in Bangebracht, und alebann muß man fich bie Laft an dem Umfange des Rorpers vorftellen, der fich um C D brebt; ober umgefehrt, es befindet fich an Diesem Umfange Die Rraft, und Die Laft ift am Ende der Kurbel in B. 3ft die Rraft in B, fo muß ibre Richtung immer auf AB fentrecht fenn, wenn man mit ibr fo viel als moglic ausrichten will. Befindet

fich aber das Ende einer lenkftange in B, welche die brebende Bewegung in eine gerade, die wechseleweise hin und her geht, oder diese in eine drehende Bewegung vong vermandelt, so ist das Moment der Araft oder Last in B, nach Beschaffenheit der lage der Aurbel, sehr veränderlich und daher die Bewegung sehr uns gleichsornig, wenn man nicht besondre Mittel anwens det, um ste gleichsbrmig zu machen.

Die gemeine Bage mit Schalen (bilanx) flellt einen gleicharmigen Debel vor, an welchen Kraft und Laft einander gleich sepn muffen, wenn er im Gleichgewichte bleiben soll. Sie ift so eingerichtet, daß der Wagebalten, im Falle des Sieichgewichts, eine völlig wagrechte Lage annimmt, welches man aus der lothrechten Stellung der auf dem Balten befestigten Junge erkennt. Die Schneslwage (statern) hingegen ist ein ungleicharmiger hebel, wo ein kleineres Gewicht einem größern die Wage halt.

Man fann auch bie Ruber, Deffer, Sammer, Scheren, Zangen u. f. w. als einfache aber jufams mengefeste popfiche Debel anfebn. Die andern zwen einfachen Mafcbinen, welche fich auf Die Theorie bes Debels grunden, baben eine eben fo weitiauftige Unmendung. Die Rolle ift ein unblegfamer Rreis, ber fich um einen durch feinen Mittelpunft gehenden feften Bapfen breben läft. Das Rad mit ber Belle dagegen ift ein mit einer Balge verbundner Rreis, Die beide um eine gemeinschaftliche fofte Are gebreht werden tonnen. Dan bedient fich ber phys ficen Rollen entweber einzeln, ober man fest fie and in ben Alaschengungen ober Rioben auf verschiebne Art zusammen. Das Welkend findet man ben allen Arten ber Binben, Dafpel Sopel, ber Raber und Binbflugel. aber die genauere Untersuchung aller Diefer funfts liden

licen Wertenge und Mafchinen eigentlich nicht in Die Raturlehre gebort, fo tann ich mich bier auch ' nicht weiter baben aufhalten.

# Dreißigfter Brief.

Der bebel grandet fic, wie Gie gesehen baben, auf die Zusammensegung der Krafte; Die geneigte Ebne bagegen fest bie Auflofung ber Rrafte porand. Sie fonnon nehmlich eine jede mogliche gleichformige Rraft, mit welcher ein Dunft in einer gewiffen Beit burd bie gerade Linie E A (Sig. 141) getrieben wirb, fo aufeben, als wenn fie aus zwenen anbern gleichformigen Rraften, nach EB und ED, susammengeseht mare; Sie tonnen die Rraft EA in zwen andere Rrafte EB und ED auflofen oder gerlegen. Sind die Richtungen ber beiden Rrafte EB und ED, oder ift von ber einen Rraft die Richtung und Größe gegeben, fo ift bie gange Unflosung der Rraft E A vollig beftimmt. Denn wenn beide Richtungen gegeben find, fo giebn Sie and A parallel mit benfelben AB und AD, und Sie feben augenscheinlich, bag die Linfen EB und ED and die Grafe ber beiben Rrafte, melde Diefe Riche tungen baben , audbrucken. Ift aber bloß die Riche tung und Große der einen Rraft EB gegeben, fo vereinigen Sie bie Punfte A und B, und giebn ED mit AB, AD aber mit EB parallel. So wird die Richtung und Große auch der andern Rraft E D bestimmt. Ift aber blog die Richtung ber einen

Kraft EB gegeben, so tonnen Sie entweder die Größe derfelben, oder die Richtung der andern Rraft nach Willfahr bestimmen. Gemeiniglich macht man in diesem Falle die Auslösung so, daß die Richstungen der Krafte EB, ED einen rechten Wintel einschließen. Da also alsdann die Orepecke ABE und ADE rechtwinklicht sind, und der eine Wintel AED oder AEB befannt ist, so erhält man aus der auszuhösenden Kraft EA die beiden andern, wenn man EA mit dem Sinus oder mit dem Kosinus des gegebenen Wintels vermehrt. Immer aber sind die einsachen Krafte gleichstemig und der aufgelösten EA völlig ähnsich.

Um aber ben Rugen und Die Rothwendigfelt bies fer Unflofung ber Rrafte einzusebn, ftellen Gie fic einen fometen Rorper vor, der auf einer batten wolle fommen magrechten Cone liegt. Die Erfahrung lebrt, daß er auf berfelben gang in Rube bleibt, fo lange er nicht durch einen befondern Stof ober Bug son außen bewegt wird. Da nun bie Schwere einen folden Rorper beständig lothrecht berunter treibt, und er fich bemungeachtet wegen bes Bibers Randes ber Cone, auf welcher er liegt, nicht bewegt, fo muß burch biefen Biberftand in jedem Augenblicke eine Bewegung in ihm anfangen, welche ber burch Die Sowere erzengten gerabe entgegengefest und gleich ift. Die Chue muß alfe nach einer auf fie fenfrechten Alchtung in ben Korper wirten, welt bie Gegenwirfung allezeit ber Wirtung gleich und gerade entgegengefest ift. Ueberhaupt muß ein Rorper, Des durch irgend eine Rraft fenfrecht gegen eine Cone ges benat wird, in welche er nicht einbringen fann, in Rube bleiben, weil nicht ber geringfie Grund vors banden ift, weffalb er auf der Cone mehr nach bet einen als nach ber andern Geite fortgeben follte.

Wenn also die fetfe gerade Linie AB (Big. 46) gegen die magrechte linie: AC unter einem gewiffen Winfel BAC geneigt ift, und auf ihr irgendmo in D ein fowerer Buntt lient, fo ftellen Gie Die Rraft feiner Comere burd bie lothrechte Linie DE vor, und lofen Sie fie in zwep andre gleichformige Rrafte DG und DF auf, indem Sie bie Linie DF auf AB, fo wie EF auf DF fenfrecht giebn. DF auf die steife Linie AB sentrecht ift, so wird Diefe Rraft, burch ben Biberftand ber Linie, gang vernichtet, oder die Rraft DF wird blof auf ben Druct ber Linie AB permendet werden. Mllein Der andern Rraft DG, welche mit ber ichiefen ginie A B parallel ift, fleht gar nichts entgegen, und daber muß ber Pnuft D, mit einer ber DG gleichen Praft, surudgebalten ober nach DB jurudgezogen merben, wenn er nicht berunter gebn, fonbern im Gleichges wichte bleiben foll. Da aber bie rechtminflichten Drepede DEF ober DEG. und ABC einander abne lich find, fo verbalt fich die Rraft DG an ber Schwere bes Puntes DE, wie BC in AB, ober fie ift = p. sin. m. wenn p die Sowere des Bunfts D, und m ben Reigungswinfel BAC bebeutet. 2

Wenn eine harte unbiegsame Sone gegen ben Horizont, bas heißt: gegen irgend eine andre wags rechte Sone, unter einem gewissen Winkel m geneigt ift, so nennt man fie eine geneigte Cone, und Sie sehen leicht, daß der lothrechte Ourchschitt beider Conen durch die 46. Figur vargestellt werden kann. Ift AB die Lange der geneigten Cone und BC auf die wagrechte Sone AC senfrecht, so nennt man AC die Grund linie, und BC die Hohe seiner Cone. Durch eine solle Sone massen also, so gut wie mit einem hebel, große Lasten mit einer geringen Roaft erhoben werden konnen. Denn ein

schwerer Korper, ber in D liegt, tann auf ber Shne, wie Sie gesehen haben, mit einer Araft, die sich zu seinem Gewichte, wie die Sobe der Sone zu ihrer Länge verhält, zurückgehalten und mit einer auch nur etwas gebiern Araft sogar phher hinauf getrieben werden.

Da jene jum Gleichgewichte nothige Rraft, wenn P bas Gewicht bes fdweren Rorpers bedeutet, = P. sin. m ift, fo beträgt fie nur etwa In bes Gewichts P, wenn die Reigung m von 4 Graben ift, weil ber Sinus von 4 Graben ungefahr Tu vom Sinus totus ausmacht. Sie tonnen alfo, wenn A 4 Grabe balte (Rig. 52) eine gaft D von 14 Pfunden mit einem Bewichte von einem Pfunde auf der Ebne AB erbais ten, indem Sie fie parallel mit AB gegen B juride giebn; ja Sie tonnen fie erheben, wenn Sie bie Rraft etwas über ein Pfund verftarten; allein bens noch fleigt fie auch bier um befto langfamer betauf, je mehr Sie ben Dem Gleichgewichte an Rraft ermas Denn wenn Sie fie von F bis B bewegt baben, und FG eine wagrechte Linie ift, fo ift fie wirflich nur durch die bobe GB geftiegen, und die Geschwins Digfeit bes giebenden fleinen Gewichts verbalt fic Daber ju ber Gefdwindigfeit, mit welcher Die Laft auffteigt, fo wie ben bem hebel; wie FB ju BG, oder wie AB zu BC, umgefehrt wie die Rraft, durch welche die Laft im Gleichgewichte erhalten wird, ju Man verliert alfo auch bier an ber ibrem Gewichte. Befdwindigfeit, mit welcher Die Laft auffteigt, was man an der: Araft gewinnt.

Je größer die Reigung der Ebne AB ift, um defto größer wird ihr Sinus, folglich auch um defto größer die Rraft, welche jur Erhaltung der Laft Dauf AB nothwendig ift. Daber laffen fich große Laften um defto femerer auf Beinge herauf siehn; je

steiler diese sind, oder je gedsser die Reigung ihrer Oberstäche gegen den Horizont ift. Denn um desto kleiner ist der Theil der Last, der vom Berge getrasgen wird, und um desto größer derjenige, der wirks lich gehoben werden muß. Aus dieser Ursache ist est auch so ermüdend, steile Berge oder steile Treppen zu besteigen, weil wir, indem wir aufsteigen, die Last unsers ganzen Körpers erheben müssen. Dagegen haben wir um desto mehrere Kraft anzuwenden nothig, um eine Last, die von einem steilen Berge herabgeht, zurückzuhalten, je steiler der Berg ist; und sie sürzt auch um desto schneller herunter, wenn wir sie ihrem eignen Triebe überlassen.

Menn Sie Die faft D auf der geneigten Cone AB im Gleichgewichte erhalten wollen, fo ift es am vors theilhafteften, fie nach der Richtung DE, parallel mit AB, jurudaugiehn. Rach jeder andern Richtung haben Sie eine größre Rraft nothig, als nach DE. Biebn Sie fie nach einer Richtung, die über DE fallt, fo beben Sie jum Theil die gaft, und vermins bern ihren Druck auf AB; fallt die Richtung unter DE, so vermehren Sie den Druck auf AB. beiden gallen balten Gie nicht nur D jurud, fondern Sie verandern jugleich auch noch ben Druck auf AB. Sie brauchen alfo zu Diefer Doppelten Birfung unfehle bar mehrere Rraft, als um bloß ben Rorper gurucki subalten, ohne feinen Druck zu verandern. Sie i. B. man wolle D nach einer mit ber Grundlinie AC parallelen Richtung DH jurudfolten. 3f nun DE der Rraft gleich, mit welcher D burch feine Schwere von F nach A getrieben wird, fo gieben Sie EH fenfrecht auf DE, und befdreiben bas Rechted DFHE. Da die Kraft nach DH in die beiden Rrafte nach DF und DE aufgeioft werben fanne und die exftre burch den Biderftand ben Eine AB

gang vernichtet wird, so seben Sie offenbar, das die Araft nach DH allemal größer sehn muß, als die nach DE, wenn sie zum Gleichgewichte hinreichen soll. Sie muß sich nehmlich zu der Reaft, welche durch DE, ausgedrückt wird, oder zu P. sin. m.

verhalten, wie 1: cos. m, also = P.  $\frac{\sin m}{\cos m}$  =

P. tang. m sepn, weil die Drepecke DEH, ABC einander abnlich find, und der Winkel EDH = BAC ift. Run ift auch AC: CB = 1: tang. m. Als verhält sich die Kraft nach DH ju dem Sewichte der Last D, im Stande des Sleichgewichts, and wie die Sobe ju der Grundlinie der geneigten Edne.

Man nennt die gleichformige Rraft, mit welcher die Last D auf der geneigten Sone BA von B nach A heruntergetrieben wird, und sich auch wirklich heruns ter bewegt, wenn sie nicht zurück gehalten wird, ihr relatives Gewicht. Es ist allemal = P. sin. m, wenn P das ganze oder absolute Sewicht der Last, und m den Reigungswinkel der Sone andentet. Dagegeu ist P. cos, m die Kraft, mit welcher die Last die Sone drückt, wenn ste auf ihr herabgeht, oder parallel mit der Snundlinie AC, und erhält sie so im Gleichgewichte, so verhält sich der ganze Druck, den die Sone in diesem Halle leidet, zu dem absoluten Gewichte der Last, wie AC: AB.

Ich habe oben angenommen, daß ABC ein lothe rechter Durchschnitt ber geneigten und der wagrechten Ebne ift. Da man aber unjählig viele Durchschnitte machen kann, die alle lothrecht find, so muß ich hins zusetzen, daß es dersenige ift, auf welchen die horizons tale durch A gehende gerade Linie, in der fich jene beide Ebnen burchschneiden, sentrecht ift. Diese

Linie ift zwar in der Kigur nicht ausgedrückt, Sie tonnen Sie sich aber ohne viele Schwierigkeit vorstels len. In dieser Durchschnittsebne liegen die Richtung gen aller Rrafte, die wir bisher betrachtet haben, und in ihr bewegt sich auch die Last, wenn sie wirts lich heruntergeht. Denn die Richtung der Schwere DE (Fig. 46) ist auf die wagrechte Sone AC, und die Richtung des Widerstandes der geneigten Sdne FD ist auf dieser Sone senigten Sdne FD ist auf dieser Sone sentecht. Sine Sone auf die geneigte Sdne seinerecht. Daher muß der Durchschnitt der beiden letzern Sonen sentecht durch sie gehn, wenn sie hins länglich verlängert wird. \*)

Die phofische ober materielle geneigte Ebne gebort ju ben einfachen Dafdinen, und man braucht fie im gemeinen leben febr baufig. Sowere Ribbe i. B. hebt man, indem man dide und farte Stangen unter fie bringt, benen allen man gegen ben horizont eine ungefahr gleiche Reigung giebt, und bie Ribte auf Diefen berauf rollt. Gegentheils rollt man große fowere Saffer und andere laften diefer Art, Die burch einen lothrechten gal jerfdmettert werden marben, auf geneigten Stangen ober Brettern bon oben alle mablich in Die Tiefe bernnter. Ben ben geneigten Sonen ift mehrentheils die Reibung febr beträchtlich, fo daß man Laften, Die auf ihnen liegen, oft mit einer viel fleinern Kraft erhalten fann, als Die Theorie verlangt. Die beiben einfachen Mafchinen, welche außer denen, die ich auch ben Gelegenheit bes Debels bereits genannt habe, noch abrig find, ber Reil und die Soraube, entfpringen aus ber geneigten Ebne, und überbaupt grunden fic alle einfachen

<sup>&</sup>quot;) III. Sand Einleit. 139. 143.

Mafdinen insgesammt entweder auf fie ober den Debel. Der Reil bat offenbar Dberflachen , Die gegen einander geneigt find, und man hebt juweilen auch burd ibn große laften auf eine geringe Dobe. indeffen ein jeder Widerftand Die Stelle' eines Bes wichts vertreten und als eine Laft angefebn werben fann, fo giebt man auch den Meffern, Scheren, Pflugidaren und allen Berfjeugen, burd welche man Rorper trennt und theilt, eine feilformige Die Schraube fann man als eine Balgeansehn, um welche biegsame Drepecte, wie ABC gewunden find. Benn namlich ber Umfang der Grundfiade der Balte ber Linie A.C gleich iff, und man biefe um jenen Umfang wickelt, fo giebt AB einen Schraubengang. An dem Punfte B muß man fic die Spige eines zwenten gleichen Drepects angebracht vorftellen, und fie eben fo, wie ABC, um die Balge micfeln, fo bat man ben gwenten Schranbengang. Auf eine abnliche Art entfiebt ber britte, vierte u. f. m. und bie Wette ber Gange ift aberall = BC. Beym Schrauben brebt man bie Soraube immer parallel mit A C um. Man giebt also die Last nach der Richtung D H, (Rig. 52) und Rraft und Laft murben fic baber benm Gleiche gewichte, wenn feine Reibung mare, wie Die Beite ber Schraubengange ju dem Umfange ber Grunde flåche ber Schraube verhalten. Men braucht übris gens die Schrauben jum Deben großer Laften, jum Preffen, jum Befeftigen verfchiebner Rorper an einander, und ju febr langfamen und fleinen Bes wegungen, befonders ben mathematifchen Berfs jengen.

### Anmertungen.

- 1. Wenn die Richtung EB oder ED (Fig. 141)
  gegeben ist, so ist der Wintel AED oder AEB bes
  kannt. Sind nun dep D und B rechte Wintel, so
  ist sin. AED = cos. AEB, weil AED = EAB
  und AEB = EAD ist. Rennt man daher in dies
  sem Falle einen Wintel z. B. AED, so tennt man
  auch den andern z. B. AEB. Es ist aber AE;
  BE = 1: sin. AED und AE: DE = 1: sin.
  AEB. Also ist die eine Reaft DE = AE. cos.
  AED und die andre BE = AE. sin. AED,
  oder jene = AE. sin. AEB und diese = AE.
  cos. AEB.
- 2. Der Winkel DEG ift = BAC = m. Nun ift DE: DG = 1: sin. DEG. Wenn also q eine Kraft ist, die sich wie DG, und p die Schwere des Punkts D, die sich wie DE verhält, so wird p: q = 1: sin. m und q = p. sin. m (Fig. 46).
- 3. Die Kraft DF (Fig. 46), durch welche AB gedrückt wird, ist offenbar = DE. cos. m, da der Winkel EDF = m ist. Im Falle, daß D (Fig. 52) wagrecht nach DH gezogen wird, entsteht ans der Kraft DH, die = P. tang. m ist, die Kraft DF, mit welcher AB bloß gedruckt wird. Es verhält sich aber diese Kraft zu P. tang. m = sin.

m:a; also ift sie  $=\frac{P \cdot (\sin \cdot m)^2}{\cos \cdot m}$ . Wan muß

sie zu der Kraft des Drucks, die aus dem Sewichte der Last entsteht und  $= P \cdot \cos m$  ist addiren. Also wird alsdann der ganze Druck auf  $AB = P \cdot \cos m$ 

 $(\cos m + \frac{(\sin m)^2}{\cos m}) = \frac{P}{\cos m}$ . Er verhält

fic daber ju P = 1 : cos. m = AB : AC.

# Ein und brenfigfter Brief.

Die wichtigfte Unwendung, welche man in ber Raturlehre von der Theorie des hebels machen tann, ift die, daß man fich bon bem Dafenn eines Schwerpunfts in allen Rorpern und bon ben merfe wurdigen Eigenfcaften beffelben überzeugt. Dan nennt namlich benjenigen Buntt, um welchen ber gange fowere Rorper, in jeber moglichen Lage, im Gleichgewichte bleibt, ohne weder auf Diefer noch auf jener Seite ju fallen, wenn nur jener einzige Punft binlanglich unterftust wird, ben Somerpunft ober ben Mittelpunft ber Somere Des Rorpers. Jede zwen fcmere Punts te, Die burch eine fteife Linie verbunden find, bas ben einen folden gemeinschaftlichen Schwerpunft. Denn es fenn (Big. 54) die zwen fcweren Puntte A und B, jener bom Bewichte P, Diefer bom Ges wichte p, durch die fleife Linie AB vereinigt. Schneiden Sie Diese Linie in C fo, bag P + p t p = AB : AC fen, fo wird and, indem Sie Das zwepte Glied vom erften, und bas vierte vom Dritten abgiebn, P : p = BC : AC und baber P. AC = p. BC fenn. Alfo find an bem Debel AB, ju beiden Gelten bes Buntts C. Die Dos Der Bebel bleibt baber in Rube, mente gleich. wenn C unterftutt wird, und swar in jeder mogs Bichen Lage. Denn fegen Gie, er fep j. B. aus ber borigontalen Lage AB in Die fciefe DE ges bracht worden, fo werben, wenn Gie bie lothe rechten Linien FD, EG, als die Richtungslinien

ver beiden Gewichte P und p ziehn, CF und CG nunmehr die Entfernungen dieser Gewichte von C, und P. CF und p. CG ihre Momente sepn. Es ist aber CF: CG = CD: CE = CA: CB = p: P, also P. CF = p. CG. Folglich sind auch in der lage DE an dem hebel die Momente zu beiden Seiten des Punktes C einander gleich, und der hebel bleibt daher im Gleichgewichte, so lange C nur gehörig unterstähft wird. Es ist also deesselbe Punkt, welchen man ben jedem hebel den Drehpunkt nennt, wirklich der Schwerpunkt der deiden Massen in A und B, wenn ihre Momente, in Ansehung dieses Punkts, den der wagrechten oder irgend einer andern lage des hebels, sich gleich sind.

Er muß in jeder Lage bes Bebels mit einen Rraft, die = P + p ift, unterftust werden, weil Die Richtungen ber Gewichte P und p einander immer parallel bleiben. Legen Sie ibn baber auf ben Endpunft eines andern Debels, fo wird er blefen eben fo bruden, als wenn beibe Gewichte P und p vereinigt unmittelbar auf ihm lagen, Aft unn in bem anbern Endpuntte biefes neuen Debels ein brittes Gewicht q. fo wird ber Drebe panft, burch beffen Unterftugung biefer Debel ins Bleichgewicht fommt, ber gemeinschaftliche Somers punft ber bren Gewichte P, p und q fenn. Der erfte Debel namlich mit ben Gewichten P und p bleibt auf bem amenten, von welchem er unters fint wirb, in jeber Lage bes lettern, im Gleichn gewichte.

Wird aber an dem felben Sebel AB, aufen ben Bewichten P und p in seinen beiden Endpunkt ton, noch ein drittes Sewicht q irgendwe in Grungebracht, so tonnen Sie sich P und p in ihrem

gemeinschaftlichen Schwerpunfte C vereinigt vorftels len, weil der hebel, wenn er mit P + p in C, und q in G, um H im Gleichgewichte ift, auch mit ben brenen abgesonderten Sewichten: Pin A, pin B, und q in G, um H, als um einen gemeinschaftlis den Sowerpunft, im Bleichgewichte fenn muß. Um fich hiervon ju überzeugen, ermagen Sie, P+p in C mit q in G, un H, im Gleichgewichte ift, daß wegen der Gleichbeit ber Momente (P + p). CH = q . HG fenn maffe. Run aber ift C bet Schwerpunft von P und p, und daher P. AC = p.CB oder P.AH-P.CH=p.CH+p.HB sder P. AH-p. CH-p. HB=P.CH. biren Sie nun ju Diefer Die vorige Bleichung (P + p) .CH = q . HG, fo erhalten Sie P . AH - p. HB = q.HG ober P.AH = p.HB + q.HG. Benn aber fich P in A, p in B, und q in G befins bet, und H unterftust wird, fo ift P. AH von einer Seite das Moment, und von der andern p. HB + q. HG die Summe ber Momente. Da nun diefe jenem gleich wird, fo bald man fest, baf (P + p). CH = q. HG ift, fo folgt, bağ es vollig einerlen iff, ob man fich die beiben Gewichte P und p abger fondert in A und B. oder vereinigt in C. vorftellt, und daß in beiben Rallen H ber gemeinschaftliche Somerpunft ber bren Gewichte P, p und q ift.

Runmehr fonnen Sie fich leicht überzeugen, daß ein jeder fester und voller Korper einen Schwerpunft hat. Denn jede zwey Theilchen eines solchen Korspers hängen so fest zusammen, als wenn sie durch eine gerade steise linie mit einander verbunden wären. Stellen Sie sich also Anfangs vor, als wenn bloß zwen Theilchen des Körpers schwer wären, und suchen Sie in der geraden linie, welche sie vereinigt, und ihren Schwerpunft enthält, diesen Punkt. Run

mebmen Gie, wo Gie wollen, ein brittes Theilden Des Rorpers als fdwer an, fo tonnen Sie, wie Sie gefeben haben, es mag diefes Theilchen auch int jene gerade Linie fallen, ober nicht, Die erften zwen fower ren Theilchen allemal als in ihrem Schwerpunfte vers einige Annehmen, bon Diefem Puntte ju bem britten Theilden eine gerade linie giebn, und in Diefer den Schwerpunft aller been Theilden beftimmen, eben fo, ale wenn nur zwen Theilden da maren, das eine die Summe meeper. Theilichen ausmachte. Swifden Diefem Schwerwuntte und einem vierten fibren ren Theilden giebt es wieder einen Schwerpunft, ber fic auf dieftlbe Mit finden läßt. Go fans man obne Ende fortgebn, und nach und nach alle Theilchen bes Abrpere vereinigen, weil man allemal Die Theilchen, beren Sowerpunft man fcon fennt, fich in Diefein Buntte verbunden vorftellen fann. Alfo bet auch ber gauge fefte Rorper einen gewiffen Schwerpuntt, um welchen er in jeder moglichen Lage im Gleichnes wichte bleibt; und da er jugleich voll ift, fo faut Diefer Dunft in ibn felbft.

Jik aber ein Körper hohl, so fallt sein Somers punkt mehrentheils außer ihn; ber Punkt namlich, um welchen er in seder lags im Gleichgemichte bleiben wurde, wenn seine Theilchen mit ihm dusch steise Linten ohne Schwere verbunden waren. Daber haben auch fiuses Materien, ja gange Spsteme abgesonderter Abrper ihre Schwerpunkte. Es sen 3. B. in A (Fig. 54) der Schwerpunkt der Masse M, in B aber der Schwerpunkt einer andern von M gang abgesonderten Masse m, AB die Entsernung beider Massen, und M: m = CB: CA; so ist C ver gemeinschaftliche Schwerpunkt beider Massen M und m, weil sie um G-im Gleichgewichte sepn wurden, wenn sie durch

vine gerade und fleife Linie ofine Schwere vereiniget waren.

Diefenigen Materien, welches burchaus gleich Dicht find, nennt man gleichartige (corpora homogenea) und man erfennt fie baran, das Stude von einer folden Materie, Die einen gleichen Umfang Saben, auch gleich viel wiegen, und daß fich übere Baupt ibr Bewicht, wir ihr Umfang, verbatt. Aubifioll Blen 4. B. wiegt fo viel, wie ber andre, wenn anders bas Blep gleich vein und von gleiches Aut ift; zwen Aubikjulle wiegen doppett so viel, dred brep Mal fo viel u. f. w. als ein 3off. : Menn folde Materien febr bicht und fower find, fo braucht man fle als Gewichte, jur Bestimmung namlich bes Ges wichts aller andern Rorper, weil man bas Berbalts nif ibrer eignen Schweren aus dem Berbaltwiffe ibret Orbien leicht erfennt, Gleichartige Rorper Saben ibren Mittelpunft ber Gowere in bem Mittelpunfte ibree Grobe, wenn ein folder in ibnen vorbanden So liegt ber Somerpunft einer gleichartigen Rugel in ihrem Mittelpunfte; ber einer gleichartigen Balze mitten in ihrer Are u. f. w. Denn in jeder geraben Linie, Die man burch ben Mittelpunft eines folden Rorpers giebt, findet man immer gleich viele und aleich fowere Theilden in gleichen Eutfernuns gen ju beiben Geiten bem Mittelpunfte. Mis if . eine jede folde Linie, wegen ber Bleichheit ber Dos mente zu beiden Seiten, um ben Mittelpunft im Bleichgewichte, und Diefer Punft ift baber ber Schwers. puntt des gangen Rorpers.

Den Schwerpunkt aber unregelmäßiger ober uns gleichartiger Rorper findet man am leichtsten durch Bersuche. Man legt fie, wenn fie klein find, auf die scharfe Ecte eines harten Rorpers, ober auf eine fart gespannte Saite, und schiebt fie so lange behute

fant bist und ber, Meifie über biefer Starfe im Bleichgewichte bleiben. . . So weiß man gewiß, daß Die auf jener Scharfo fiebende latbrechte Ebne burch ben Schwerpunft bes auf ihr rubenden Lorpers gebte weil der Rorper fallen murbe, wenn fein Schwen Muf Diefe Art muß punft nicht unterflüht mare. man ben Rorper nach feiner lange, Breite und Dick perfuden, um bren berfdiebnt Comerebnen ju Denn ba die erfte die zwente in einer ges erbalten. raben Linie, und die swente die britte auch in einer geraden Linie burchfcneibet, beide Linien aber burch ben Schwerpunft bes Rorpers gebn, fo liegt biefer Bunft nothwendig in bem Durchfcnitte jener beiben Linien.

Man kann auch einen Körper, ohne ihn gang fest zu binden, an einem Faden so aufhängen, daß er jede beliebige Lage annehmen kann. Er stellt sich alsdann, wenn er in Rube kommt, von selbst alles zeit so, daß. eine aus den Anshängepunkt gezogne lothrechte Linie durch seinen Schwerpunkt geht. Ins dem man ihn also einmal an der einen, das andre Mal an der andern Stelle seines Umfanges aushängt, erhält man zwen lothrechte Linien, deren Durchschnitt den Schwerpunkt anzeigt.

Sind die Körper sehr groß, deren Schwerpunkt man sucht, so kann man Wodelle, die ihnen in aller Absticht ähnlich sind, nehmen, und die Schwerpunkte derfelben durch Bersuche bestimmen. Denn die Schwerpunkte der großen Körper haben volktommen ebendieselbe Lage, in Ansehung ihrer Theile, welche die Schwerpunkte der kleinen Wodelle, in Ansehung ihrer ähnlichen Theile, haben.

Man tann anch burch Salfe ber Geometrie bie Schwerpnutte regelmäßiger gleichartiger Abruer, und felbft ber Klachen und linten, bestimmen, wenn man

pon ben lestern annimmt, bal fie fower find. Das Ovened ABC i. B. (Fig. 65) fann gang in physic fche mit BC parallele Unien, ober unendlich female Streifen gerlegt werben. Bebe Diefer ginien, wenn man fie als fcmer und gleichartig anfieht, bat ihren Somerpuntt in ihrer Mitte. Ift nun BE = EC, fo theilt die gerade Linte AE alle diese Linien in amen gleiche Theile. Ste geht alfo burch alle Schwers punte, und bas gange Droped ift baber um.AE im Eben fo muß es aber auch am B D Sleichgewichte. im Gleichgewichte fenn, wenn AD = DC'ift. Da fic nun AE und BD in G durchschneiben, fo ift G ber gemeinschaftliche. Schwerpunft bes gangen Aus ber Geometrie weiß man, bag auch Die aus C durch G gezogne gerade Linte ABitu zwen gleiche Salften AH = HB theilt, und baf EG = IAE, DG = IBD und HG = IHC iff. 1

Sat man daber einen Rreis, fo fann man fic Denfelben aus feinem Mittelpunfte in unendlich viele unendlich fleine Ansschnitte getheilt vorftellen ; und Da man jeden diefer Ausschnitte als ein Dreped bes trachten tann, fo folgt, daß ber Schwerpunft eines ieden bon ihnen bom Mittelpunfte um & Des Salbs meffers entfernt ift. Denn bier ftellt 1. B. C ben Mittelpunft und CH den Salbmeffer por. aber CG = & HC. Diefes läßt fic, wie Sie leicht febn, auch auf walgenformige Rorper anwens Den, Die fich, wie die Dublfteine, um eine lothrechte Are brebn. Man fann fic den Körper ohne Schwere und fein ganges Sewicht, als in einem Ringe vereis nigt, vorstellen, beffen Salbmeffer & vom Salbmeffer Der Grundflache bes Rorpers ausmacht. Daber pflest man auch diefen Salbmeffer des Ringes bem Das foinenwefen ben mittleren Salbmeffer bes waltenformigen Rorpers zu nennen.

Aeberhaupt kann man die unendlich kleinen Theils den einer jeden mathematischen Ausdehnung als Ges wichtchen ansehn, die an einer durch den Schwert punkt derselben gehenden fleisen Linie, als an einem Debel, angebracht sind. Berechnet man nun die Mos mente dieser Sewichtchen, in Ansehung eines außer ihnen in jenem Jebel angenommnen Drehhungsspunkts, so ist ihre Summe dem Momente des Ses wichts der ganzen Ausdehnung, in ihrem Schwers punkte angebracht, gleich. Hierauf gründet sich eine Methode, den Schwerpunkt mathematischer Ausdehs nungen durch Rechnung zu sinden, mit deren Bes schreibung ich Sie aber um desto weniger aufhalten will, da sie in der Ausübung nur von geringem Nugen ist.

### Anmertungen.

1. Man giebe burch eine Spige A des Drepects ABC (gig, 142) die gerade Linie LM, parallel mit bet gegen über ftebenden Seite BC, theile BA und AC, in H und D, in zwen gleiche Theile, und giebe die geraden linien CHL, BDM, die fich in G burchichneiden, fo find die Drenede DAM. DBC offenbar einander gleich, weil alle bren Bins fel und die Seiten CD, DA einander gleich find. Chen fo ift LHA = BHC, und daber AM = BC = AL. Run ift HD: HM = BH: BA, also HD = IBC. Nun find aber auch die Drevecke GHD. GBC einander abulich. Daber ift GD: BG = HD:BC = 1:2, also GD = #BG =I BD. Chen fo laft fic erweisen, baf GH = ACH ift. Liebe man nun die Linie AE durch G. and schneidet diese die HD in I, so ift GI:GA = DI:AM=HI:AL, Do non AM = AL if. fo wird and DI = IH; also and BE = CE, well AI: AE = HI: BE = DI: CE, und HI = DI ist.

2. Es fen AFB (Rig. 143) eine gerade Pyras mibe oder ein gerader Regel, AC feine Ure, fo falle, wenn Diefer Rorper gleichartig ift, fein Schwerpunft O offenbar in fie. Es fen AC = a und die Grunde flace FB = b, AD aber x. Soneibet man nun ben Korper parallel mit FB durch D, fo verhalt fic der Schnitt GE ju FB, wie x : a . Stellt man fich nun unendlich nabe an GE einen andern parallelen Schnitt vor, fo fann. man ben gwifden beiden Schnitten enthaltnen Theil des Korpers als ein Prisma oder eine Walte von der Grundflache GE und der unendlich , fleinen Sobe d x anfebn. Co muß man fich den gangen Korper AFB von oben bis unten in Scheibden getheilt bore Redes Scheibden ift : Rellen. fich fein Gewicht, eben fo verhalt, weil der Rorper AFB gleidartig ift, so ift, an dem in A unterfiuse ten Bebel AC, Das Moment eines jeden Diefer Ges bx5 dx midtden == = Es ift aber von biefer Grafe (III. Einl. 241), und baffelbe

drückt also das Moment des ganzen Stückes AGE aus. Will man es sur den ganzen Regel haben, muß man x = a segen. Also ist das Moment des ganzen Körpers AFB für den Punkt A = ½ das. Dieses aber muß dem Momente des ganzen Körpers, wenn er in O aufgehangen würde, gleich sepn. Der Inhalt und das Gewicht aber des Körpers ist = ½

ab (III. Ein l. 168), also senn Moment =  $\frac{1}{3}$  ab. AO. Also wird  $\frac{1}{3}$  ab. AO =  $\frac{1}{4}$  ba<sup>2</sup>, oder AO =  $\frac{3}{4}$  a. Es ist daser der Schwerpunkt O der Pprasmide und des Regels um  $\frac{3}{4}$  seiner Sohe von seiner Spige entsernt.

Es fev ferner NBAS (fig. 88) eine halbe gleiche artige Rugel, CN ober CA = r, AE = x und BE = y. Der Somerpunte Diefer halben Augel fällt offenbar in ben auf NS fentrechten Salbmeffer Stellt man fich alfo irgendwo in E bie balbe Rugel, parallel mit NS burchfonitten bor, und ift überhaupt das Berhaltniß eines Rreifes ju feinem Salbmeffer, wie ap: 1, fo wird ber Umfreis bes Schnitts burch E = 2py und feine Blace = py \* (III. Einl. 124). Ift alfo ibm ein andrer paraller ler Schnitt unendlich nabe, fo wird ber Inbalt und bas Gewicht bes Scheibchens zwischen beiben Durch. fonitten = py adx, und fein Moment gegen A = py axdx. Et ift aber x: y = y:2r - x (.III. Einl. 83') also y = 2 rx - x2, folglich Das gefundne Moment = 2 rpx2 dx - px3 dx, Davon das Integral & rpx5 - 1px4 das Moment bes gangen Abichnitts ber balben Rugel, ber bis E gebt, porftellt. Alfo ift das Moment aller Scheibs den ber gangen halben Angel, indem man x = r fest, = 3pr4 - Ipr4 = 3 pr4. Es ift aber ber Inhalt ber halben Augel = pra. Er (III. Ginl. 169) =  $\frac{2}{3}$  pr. Ift alfo in O der Schwerpunft der halben Rugel, fo wird AO . gpr = 10 pr und AO = fr alfo CO = fr; fo daß ber Schwers puntt O der halben Angel von ihrem Mittelpunfte C 3 des Salbmeffers CA entfernt ift.

Man fann fich hieraus leicht einen allgemeinen Begriff von der Methode machen, wie man über, haupt den Schwerpunft durch Nechnung findet. Es

fen NBA irgend eine krumme linie (Fig. 88) und NC senkrecht auf AC, jede mit CA aber parallel an sie gezogne linie = y, so läßt sich die ganze Fläche in unendlich schmale mit CA parallele Streisen oder physische linien zerschneiden, deren jede = ydx ist, indem dx einen unendlich fleinen Theil von NC bes deutet. Jede hat in ihrer Mitte, also in der Ents sernung ½ y von NC, ihren Schwerpunst, und ihn Moment gegen NC ist also ½ y° dx. Theilt man daher das Integral von ½ y° dx mit der Fläche NAC, so erhält man DM, oder die Entsernung des Schwerpunsts M der Figur NAC von NC.

Sesett die ganze Figur dreht sich um die Are NC und beschreibt auf die Art einen Körper; soläust jeder Punkt ihres Umfangs durch 2 py, wenn p: 1 wies der das Berhälenis des Umkreises zum Durchmesser des deutet. Jede kiniey, wie DB, beschreibt eine Areissläs de, die = py², und jeder Streisen y dx eine Scheibe, die = py² dx ist. Der ganze beschriebne Körper ist aus solchen Scheibchen zusammengesetz, und also dem Integrale von py² dx oder pfy² dx gleich. Dieß Integral I ist aber auch =  $\frac{2 p / \frac{1}{2} y^2 dx. NAC}{NAC}$ .

Da nun  $DM = \frac{\int \frac{1}{2} y^a dx}{NAC}$  ift, wie ich gezeigt habe,

fo wird I, ober der Inhalt des beschriebnen Körpers, = 2 p. DM. NAC. hierauf grundet sich die Regel des Guldin, daß man den Inhalt eines jedem Körpers, der durch die Umdrehung irgend einer Fis gur um eine Are beschrieben wird, erhält, wenn man die erzeugende Figur, in Zahlen ausgedrückt, mit dem Kreise oder Wege vermehrt, den ihr Schwers punkt ben der Umdrehung durchläuft. Denn in der That ist 2 p. DM dieser Kreis.

# 3men und brengigfter Brief.

Wenn Sie einen feffen Rorper in irgend einem Dunfte feines Umfanges unterftasen, und von Dies fem Bunfte burch feinen Schwerpuntt fich eine gerade linie porftellen, fo fonnen Gie idiefe, wes gen der Reftigteit des Rorpers, als eine fleife Lie nie, als einen hebel, anfebn, an welchem im Schwerpuntte bes Rorpers bas gange Sewicht befs Liegt alfo Der Schwerpunft felben vereinigt ift. an der einen ober ber andern Seite Des unters flutten Punftes, fo wird ber gauje Rorper nach Diefer Seite ju beruntergebn ober fallen, und imar gebt ber Schwerpunkt fo tief berunter, als moglich, wenn er fonft baran nicht gehindert wird. Liegt er aber lotbrecht aber bem unterftagten Buntte, fo fann er fich nicht bewegen, und ber gange Abrper bleibt baber in Rube. Eben biefes muß nothwendig auch erfolgen, wenn ber Schwerpunft eines Sorvers entweber burd einen Raben, ober auf andre Urt, vertifal nach oben mit einer bine långlichen Rraft gurudgehalten wird, weil:es einers len ift, ob man einen foweren Puntt von unten unterftagt, ober ibn nach oben giebt und fo gus rudbalt, bag er nicht fallen tann. Go fann ein aufgehangner Bagebalten nicht anbers rubig bleis ben, ale in einer wagerechten Lage, weil er fo gemacht ift, bag alsbann fein Schwarpunft loths recht unter bem Aufbangepunfte liegt.

Mehrentheils find die festen Sorper nicht in einem, fondern in febr vielen Puntten zugleich uns terftutt. Sie ruben auf einer gewissen Grundflache,

ober auf Sagen ober auf einem Mande u. f. w. Lifche j. B. febn gewöhnlich auf brepen ober auf vier Rugen, und fie ftebn wegen ber Ungleichheit bes Bobens mehrentheils fefter auf brepen, als auf vier Rufen, weil jebe Ebne burch bren Bunfte gebn fann. Dan fann nicht nur, wenn ein Rort per auf einer feiner Rladen rubt, Diefe Rlade, fondern auch im gegenseitigen galle ben Theil bes Bobons, ber awifchen feinen Safen ober ben eine gelnen Thetlen, Die ihn ftugen, enthalten ift, feine Grundflace nennen, well es in Anfebung feit net Unterficung gang gleichgultig if, Raum swifden feinen Rufen voll ober' leer ift. Alebann laft es fich mit wenigen Worten bestimm men, wenn ber Rorper feft ftebn, und wenn et umfallen muß. Das erftre namlich gefchieht, went ble burch feinen Schwerpunft gebenbe Lothlinie, ober Die Ridtungslinie feiner Sowereinnerhalt; Das lettre, wenn fie außerhalb ber Grundflache fatt. Denn im erften Ralle fann Der Schwerpunft Des Rors pers nicht tiefer beruntergebn, es mußte benn ber Abre per gerbrechen, welchen Sall ich aber nicht vorausfete, ober er mußte, wenn ber Rorper bennoch fallen follte, fic in Die Dobe beben, welches obne einen Stof oder Bug bon außen, den ich aber bier auch nicht annehme, unmbglich ift. Im zwepten galle bingegen muß ber Schwerpunft tiefer finfen, weil er finten tann, und alfs ber Rorper umfallen.

Daber kommt es, daß oft ein Körper, der auf einer wagrechten Ebne AB (Fig. 61) fest kebt, weil die Richtungslinie seiner Schwere CD innerhalb seiner Grundsläche fällt, umschlägt, wenn man der Ebne AB eine gewisse Reigung giebt, weil aledann CD außer feiner Grundsläche auf die Ebne trifft. Eine gleichartige Rügel rollt in

Diefem Ralle beruntet. Denn die Michtungslinie threr Schwere CD (Fig. 62) fallt allemal anger den Bunft E, in welchem fie die geneigte Cone betührt, und der ihre gange Grundflace ausmacht. Diefe Anie fann nie burch E gehn, als wenn AB borizontal ift, weil wegen ber Bleidartiafeit Der Rugel ibr Miftelpunft jugMich ber Schwers wuntt, und alfo bie Linie CE allemal auf AB fentrecht ift. Imar vollt auch auf einer borigone talen Cone eine geftofine Angel wegen Der Reibung fort :- allein fie murbe auf einer geneigten Cone fortrollen, wenn fie gleich auf ihr nicht die ger stugfte Reibung litte." And Denfchen fleben auf geneigten Aladen fo feft nicht, als auf magrechten. Sie find in Gefahr, wenn fie berauffleigen, rude warte, und wenn fie berabfteigen bormarte umjus fclagen, und biefe Befahr wird burch ben Bau ber menfoliden Rufe vermebrt. Daber balt man fich oft mit Sanden und Rugen, wenn man feile Berge binantlettert, und wirft fic auf den Rufs ten, um fo berabinrutichen, wenn man von einer Reilen ober glatten Dobe in Die Tiefe herunter Daber find Ereppen ober Stufen fommen will. får Menfchen bequemer, als geneigte Conen.

Ein Rörper fieht um besto sester, je größer unter übrigens gleichen Umftanden seine Grundstäche ift, und je niedriger sein Schwerpuntt liegt. Denn wenn Sie einen Körper (Lig. 63), dessen Grundsstäche AB ist, seitwarts stoßen, so best er sich an der gestoßnen Seite in B in die Sobe, indem er sich um den untersten Punte A der entgegengeisesten Seite dreht. Liehn Sie also nus diesem Punte nach dem Schwerpuntte des Körpers C die gerade Linie AC, und Sie begreifen leicht, daß der Körper durch den Stoß um desto leichter

umschlagen muß, je kleiner der Wintel ACD ift. Denn um desto eher fommt der Schwerpunkt, indem er um A den Bogen CE beschreibt, so zu liegen, daß die Richtongelinie der Schwere EF außer der Srundsläche AB fällt. Es ift aber der Winkel ACD um desto größer, je größer AD, als je breiter die Grundsläche des Corpers, und je kleiner DC ist, oder je tiefer der Schwerpunkt C klegt. Also stabt auch in beiden Fällen der Rörper um besto fester,

Die Menfchen ftebn nach Berbaltnig anf einer fleineren Grundflache, wie Die vierfüßigen Thiere und ber Schwerpunft fallt ben ihnen bober, als ben ben Bogeln. Daber muffen fie als Rinder geben les nen, und fie lernen es durch Rallen, anftatt bag bie Thiere gleich bon ber Geburt an einen fichern Gang Daber bewegen wir, wenn wie gebn, gus fern Rorper mehrentheils auf Die Geith baid bies ber, bald dorthin, damit die Richtungelinie unfrer Sowere bald auf Diefen, bald auf jenen guß falle. Und wenn wir som Gigen auffichn, beugen wir ben Rorper vormarte über, um unfern Schwerpunft über Die Rufe au bringen. Oft werden Rorper mit einer febr fleinen Grundflache, wenn gleich fie fcon ju fallen anfangen, bennoch burch gefdictte Benbungen und ichnelle Bewegungen am Ralle gebindert. Go erhalten fic Die Seiltanger auf einem Seile ober Drathe, indem fie ben leis bald auf diefe, bald auf jene Seite, beugen, und badurch den anfangenden Rall aufhalten. Go merben Rorper auf einer Spige aufrecht erhalten, indem man diefe fonell bald biers her balb borthin bewegt, und fie fo immer wieder unter den Schwerpunft bes Rorpers jurudbringt, wenn biefer icon anfangt ju fallen.

Um den Banden fo wele Jeftigfeit ju geben, als möglich, führt man fie nicht nur lothrecht auf, fon-

dem man verdünnt sie auch nach oben ju ym deste ftarfer, je haber sie hinaussteigen. Dadurch wird ihre Sunndsiche nach Berhältnis breiter, und ihr Schwerpunkt heruntergezogen. Dawar suche man vonzeiten ein besondres Kunkfilck in der Auffährung überhängender Mauern, und mau findet dengleichen noch heutzutage an einigen alten Thurmen in Italien und anderwärts; allein dennsch sind diese Mauern so dick, daß die Richtungslinge ihrer Schwere innem halb ihrer Srundsläche fällt.

Ein fowinmender Rorpeg tann im Maffer in feb mer lage nicht nubig bleiben, ale wenn fein Gomere puntt mit bem Schwerpuntte bestenigen Theils von Baffer, ben er aus feinem Orte vertrieben bat, fic in einer lotbrechten Linie befindet. Denn bas Baffer hebt den Körper beständig, and war um defto mebr, de großer und fcwerer jener Theil ift, und ber Rore per fucht bagegen immer tiefer barin einzufinten. Da nun beide Birtungen aus ber Schwere entfprins gen, fo verhalten fie fich, wie alle abuliche Wirtuns gen, als wenn die gange Maffe des Rörpers und die des vertriebnen Baffers in ihren Schwerpuntten vers einigt ware. Da fie unn einander gleich find, fo mufe fen fie einander auch gerade entgegengefest fenn, wenn ber Rorper im Bleichgewichte bleiben foll. dem aber fteht ber fdwimmende Rarper um befts fefter, je tiefen fein Schwerpuntt liegt, wenn er uns ter ben Schwerpunft jenes Waffertheils fallt, ober je nåber er an ibm ift, wenn er über ibm liegt, weil er alsbann von ibm gleichsam unterflust wird, und ieber Rorper, wie Sie gefehn baben, um befto fefter Rebt, je naber fein Schwerpunft am Unterftupunges puntte liegt. Da das Baffer fo febr beweglich ift, fo drebt fich ein schwimmender Rorper ben bem ges ringften Stofe fo lange, bis fein Somerpunft fo

tief, als möglich, flegt, und er fest fich alfo von felbft in die feftefte Sage. Daber fowimmt ein Gret mur auf der breiten Geite, wenn man et gleich auf der boben Raffte ins Baffer feut; und Schiffe Rebn im Baffer um befte fefter, und tonnen von Bind und Wellen um befto weniger auf die Seite geworfen werden, je tiefer man ibren Sowerpunft Daburd beruntergiebt, bag man fie in ihren uns verften Theilen mit fcweren Sachen belaftet. Das ber fullt man unbefrachtete Soiffe unten mit Steinen, Sand und anderm Ballaffe an, um ibe ren Stand und Sang fidrer in maden. ben Rutiden und Wagen muß man bie Borficht gebrauchen, Die fcmerften Sache nach unten ju pacen, weil fie auf biefe Art ber Gefahr bes Ums werfens weniger ausgesett find.

Der Schwerpuntt eines großen Rorpers wird baburd, baf man einen fleinern Rirper mit ibm auf irgend eine Urt verbindet, allemal nach ber Seite des lettern gleichfam fortgerückt; fo wie auch ein Sebel, ber um einen gewiffen Punft im Sleichgewicht bleibt, febelb man blog von einer Seite Diefes Puntts ein Gewicht auf ibn einen neuen Somerpunft erbalt, ber swiften bem alten und bem aufgelegten Gewichte liegt. Daber beugt ein Menfc, ber eine fowere gaft auf bem Buckel tragt, fich nach vorn aber, weil fonk, wenn er gerade fiande, der gemeinfchaftliche Schwers punft feines mit ber Laft verbandnen Rorpers ju weit nach binten fallen, und ben Menfchen ruds marts niederziehn murbe. Eben fo balt ein Menfch, Der in einer Sand einen Gimer mit Baffer ober eine audre laft tragt, ben gangen obern Rorper fdief nach der andern Seite und frect mobl gar noch die Sand an Diefer Seite aus, um nur ju

machen, baf bie gemeinfchaftliche Richfung ber Schwere feines mit ber laft verbundmen Sorpers auf feine Grundflache falle. Auf eine anliche Urt verhatt fic berjenige, ber auf einer Gculter eine Laft tragt. Ift Diefe eine Stange' bon Gifen ober eine abnliche Sache, Die er ohne Schaben von binten mit ihrem untern Ende auf bei Erbe fortichleppen tann, fo erleichtert er fic bas Eras gen, wenn er fle fo fcbleppt, indem die Erde alde Dann einen Theil Der Baft tragt. Rann-er fie aber fo nicht tragen, fo muß er fle fo auf Die Sont ter legen, bag bie Richtung ihrer Gowere auf Denn wiegt fie nach binten iberb diefelbe fällt. fo muß er fie von vorn nieberbrachen, und alfo mit feiner Soulter nicht nur ben Drud ber laff) fondern auch den Druck feiner Sand tragen.

Der Schwerpunkt finkt immer so tief, als er nur Anten tann. Daber Rebn fleine Riguren von Rort, die unten mit Blev ausgenoffen find, von felbft auf, wenn man fle auf einen Sifc legt, weil ibr Somerpunft in bas Blev faut, und ties fer liegt, wenn bie Riguren febn, als wenn fie liegen. Eine Balje halb von Blep und halb von Dole; die auf einer etwas geneigten Cone liegt, rollt die Ebne berauf, wenn ihr bleverner Theil nach dem bobern Theile ber Cone gefebrt ift. Chen bas thut ein doppelter Regel van Sole (Rig. 64), den man auf zwen unter einem fpisigen Binfel ben E vereinigte ben G und F etwas erhöhte fomale Bolger nabe an E legt. Denn bier wird ber Rors per nabe ben feiner größten Dice AB, in beren Mitte fein Schwerpunft liegt, unterflust, und dies fer ift alfo um die Balbe größte Dicke über GEF ere bobt. Go wie aber ber Rorper gegen GF fortrollt, entfernen fich Die Unterftagungspuntte immer weiter von AB gegen die Spigen C und D. Der Schwens punkt nähert sich also der Ebne der Unterlage GEF immer mehr, und da diese gegen GF nur wenig ers höht ik, so sinkt er wirklich nach und nach immer tieser. Eben so werden die Bewegungen der hölgers wen Puppen mit beweglichen Armen und Fasen, die man schine sische Puppen neunt, durch Quecks state, welches nach und nach aus einerschihlung ihres Körpers in die andre läust, und die Stelle ihres Schwerpunkts verändert, hervoegebracht. Sie schles gen beständig Botte über den Kopf, und keigen so auf verschiednen Stufen von gehöriger Breite herab, indem zugleich ihr Schwerpunkt immer sieser finkt.

Bam fo viele Daffen, ale man will, nach einer lep ober nach gerade entgegengefesten Richtungen fortgebn, fo gebt auch ihr Schwerpuntt nach ber einen ober ber anbern Richtung fort, und man fins Det feine Sefcwindigfeit, wenn man die Summe aller fortgebenben Bewegungen mit ber Gumme ber Maffen theilt. Daben bie Bewegungen verfchiebne gegen einander geneigte Richtungen, fo muß man jede, fo wie ich es ben ben Araften gezeigt habe, in zwen andre Bewegungen nach zwegen unveränderlis den Richtungelinien auflafen, für jebe biefer Linien Die Bewegung bes Schwerpunfts fuchen, und ales bann feine beibe gefundne Bewegungen jufammens Uebrigens verandern die Birfungen ber Maffen anf einander Die Bewegung ober Rube ibres Schwerpunfts gar nicht. Rur maffen fie gang allein unter fich auf einander wirfen.

## Anmerfung.

Benn C (Fig. 66) der Schwerpunkt zweper Raffen A und B ift, fo ziehe man auf eine nach

Gefallen angenommne gerade Linie F G. Die geraden Linien BF, CK, AM auch nach Gefallen, aber parallel unter fic. Es wird alsbann allemal B.  $BF + A \cdot AM = (A + B) CK$  fepn. man giebe durch C die HI mit FL parallel und vere langre BF in H; fo ift A:B = BC:AC = BH : AI, weil C ber Schwerpunft der Maffen A und Bift, alfo A. HI = B.BH. Da aber HF. CK, IM einander gleich find, fo ift auch B. HF. + A.IM = (A + B) CK. Zieht man also von B.HF, B.BH ab, und addirt man A.IM und A . A I , so bleibt die gange Summe noch immer = (A + B). CK. Es ift aber B. HF - B. BH  $\Rightarrow$  B.BF und A.IM + A.AI  $\Rightarrow$  A.AM. also wird  $B \cdot BF + A \cdot AM = (A + B) \cdot CK$ . Ift noch eine britte Daffe D ba, und E ber gemeins schaftliche Schwerpunft aller brep Daffen A, B and D, fo ift wieder (A + B + D) . EL = B. BF + A.AM + D.DG. Denn man fann fich, anfatt ber abgesonderten Maffen A und B, eine einzige Maffe, die = A + B ift, in C gedenken, und diese mit D vergleichen. Go fann man immer mehrere Maffen nach und nach jufammennehmen, es magen fo viele ba fenn, als man will, und unfer Sas wird får alle gelten.

Abenn zwen Körper A und B, beren Schwers punkt in C fallt (Fig. 68), in einem gemissen Zeits punkte zugleich solche Bewegungen haben, daß in ber Zeit t der eine aus A in D, der audre aus Bin E, und der Punkt C durch CF gehn kann, so reduzire man alle diese Bewegungen auf irgend eine Richtung KP, badurch, daß man durch die Punkta E, B, F, C, D, A parallele Eduen setzt, welche die KP in K, L, M, N, O, P durchschneiden. Es ist alle dann KL die reduzirte Geschwindigkeit von BE; MN

son CF; und OP von AD, es mogen nun EB. FC, DA in einerlen Cone ober in gang verfcbiebne Chnen fallen. Stellt man fic nun, irgendwo unter AP, eine mit AP parallele Cone vor, auf welche man aus A, C und B, wie and aus E, F und D gerade mit KP paraffele finien giebt, fo wird ber. Entwurf von ACB, fo wie auch der von DFE, auf diefer Chue, eine gerade Linie fenn, weil ACB und DEE gerade Linien find. Daber wird, wenn man A mit ber ju A geborigen ber KP paraffelen Linte, und B mit ber ju B geborigen vermehrt, bie Summe Diefer Produtte dem Produtte aus A + B' und ber ju C geborigen Linie gleich fenn. abnliches wird auch in Ansehung ber Punfte E, F, D Statt finden. Es ift aber, wenn G, I und H die Bunfte find, wo bie ju E, F und D geborigen Linien Die mit AP parallelen Chnen burchichneiden, EG Der Unterschied Der ju E und B, FI ber Unterfchied Der'ju F und C: und DH ber Unterfcbied ber ju D und A gebbrigen Linien. Alfo ift B. EG + A.  $DH = (A + B) FI \cdot OP = B \cdot KL + A \cdot OP = .$ (A + B) MN. Man erbalt also die reduzirte Bes: wegung MN bes Schwerpunfts, wenn man die Summe ber redugirten Bewegungen ber Daffen B. KL + A.OP mit ber Summe ber Maffen A + B Diefer Cat gift, wie man leicht fieht, es tbeilt. mogen fo viele Maffen ba fepn, als man will.

.: Es taun aber jede Bewegung AB (Hig. 67), so wie jede Kraft, in zwen andre AC und BC anfges toft werden. Alsbann ift AC die nach der einen Richtung und BC die nach der andern reduzirte Bes wegung.

Die Sewegung ober die Rube bes Schwerpunfts wird nicht im geringften geandert, wenn gleich die Raffen burch Druck, Stof ober Angiehung auf eine.

ander wirfen, weil Birlang und Segenwirfung ims mer einander gleich und gerade entgegengefest find, und daher die Summe jeder zwey nen entflandnen im Schwerpunfte vereinigten Bewegungen = 0 ift.

## Dren und brenfigfter Brief.

Galilei war ber erfte, welcher durch die Erfahrung zeigte, daß der frene Kall der Ropper, wenn die Luft fie nicht in ihrer Bewegung hindert, gleichfors mig beschleunigt ift. Die Mechanit hat seinen Bers suchen ihr Dasepn zu danken. Denn vor dem Galilei kannte man diese Wiffenschaft nicht, und man hatte bloß das Gleichgewicht der Ropper untersucht, ohne die Geset ihrer Bewegungen zu erforschen.

Galilei tounte feine Berfuche nicht mit frep fals lenden Rorpern machen. Denn biefe bewegen fich, wenn fie etwas fcmer find, fo febr fcnell, baß es unmöglich ift, Die Doben und Die Zeiten bes. Salles genan ju beobachten und mit einander ju vergleichen; und die Bewegung ber leichtern wird burd ben Bis derftand ber Enft gang verandert. Gelbit ben ben eigenthumlich fowerern ift Diefer Einfluß ber Luft febr mertlich, Da ihr Biberftand mit ber Befchwins Digfeit immer junimmt. Es blieb alfs nichts abrig, als das hinabrollen schwerer Rouper auf geneigten bon welchem Galilei überzengt mar, baß es bem fregen galle vollig abnlich fepn mußte, weil die Rraft der Schwere fich auf folchen Ebnen gleichfam felbft in zwep abnliche und gleichformige Rrafte aufe Ibft, babon bie eine blog jum Drude, Die andre aber bloß gur Bemegung vermandt mirb.

- aus ber Erfahrung, daß die Reibung ungemein ger ringe ift, wenn glatte Rugeln auf glatten Rladen rollen, und er tonnte alfo boffen, daß eine folche Bewegung durch die Reibung nicht merflich verandert merden murbe. Daber ließ er glatte metallne Rus geln in bolgernen, geraden und leichten Rinnen, Die er mit Bergament befleibet und geglattet batte, bers abrollen, indem er biefe nach Gefallen bald mehr, bald meniger, gegen den Sorizont neigte. Rollten nun die Augeln mit gleichformig befchleunigter Bemes gung, fo founte er ficher foliegen, daß auch ber frene Kall bet Rorper im leeren Raume gleichformig befchleunigt fen. Ich fage: im leeren Raume. Denn ba bie Rraft, burch welche eine folche Rugel beruntergetrieben wird, fich immer wie ber Sinus Des Reigungswinfels bet Cone verhalt \*), Salilet aber Diefen nach Gefallen verfleinern tounte, fo mar er auch im Stande, jene Rraft und die durch fie ers genate Beichwindigfeit immer mehr in vermindern, und die Rugeln mußten baber julest fo langfam berabe rollen, daß ber Biberftand ber Luft gang unmerflich ward, und fie fich alfo eben fo bewegten, wie in einem leeren Raume.

Diese Langsamkeit der Bewegung seite zugleich den Galilei in den Stand, die durchlaufnen Raume und die dazu gehörigen Zeiten um desto genauer zu besbachten und zu vergleichen. Er theilte seine Rins nen der länge nach in verschiedne gleiche Theile, bes merkte die Theilungsstriche auf dem Pergamente, und gab genau Achtung, wenn die Augel über einen sols chen Strich wegrollte. So sand er, wenn die Augel in der einfachen Zeit durch einen Theil gegangen war,

<sup>&</sup>quot;) Man febe ben neun und zwanzigften Grief.

mar, baffie in beg dangelten burch a, in ber brenfeden durch o, in ber vierfachen durch ic folde Theile lief; mit einem Werte: bas fic die in gewiß fen Zeiten durchlaufnen Kaume allemal wie die Quas Drate Diefer Beiten verbielten. - Rur mußten Beiten und Kaume vom Anfange ber Bewegung an gerechnet werden, and die Augel mußte, als fie berahinrollen anfing, feine andre Bowegung baben, auch übere handt feine andre erhalten, als die ihr eignes Se micht in ihr erzengte. Da Gelifei Diefa Berfuche febr oft wiederholte und den Reiennadwinfel feiner Rine nen, ungeachtet er immer flein blieb, auf verfchiedne Art veränderte, fo überzeugte ibn bet immer gleiche Erfolg feiner Berfuche um befto mehr von ber Richs tigfeit jenes Berhaltniffes swifden ben Raumen und Beiten, und er feste es baber burch feine Berfuche anfer 3meifel, dag ber frepe Rall im luftleeren Raus me gleichformig befchleunigt fen, weil ben teiner andern Bewegung, als ber gleichformig befchleunigs ten, fic die burdlaufnen Raume, wie die Quadrate ber Zeiten verhalten, wenn man die Bewegung von threm erften Anfange an rechnet.

Rachden in den folgenden Zeiten hupgens die Theorie der Pendel zur Bollommenheis gebracht hatte, fand man durch besonder Berfuche, daß in unsem Gegenden ein Abroet im legten Ranne in einer Gestunde etwa durch 15 Parlier Fuß und i dinielfallt. Behmen Sie indessen wegen der leichtern Rachnung die 1.3/Fuß; und Sie fen leicht, daß est in 2 Sefunden durch 4.15 oder 60, in 31. Seignunden durch 4.15 oder 60, in 31. Seignunden durch 1.5. oder 1.36, in 4 Sefunden durch 1.6.15 oder 240 Kuß u. s. wa, fallen muß. Perpast folgt hieraus, wenn er in der ersten Sefunde seines Falles durch 1.5. Huß gestern.

Sefande deffolien 3. 23 aber 43, in der duften Sefande 7. 15 oder 105 Huff if. w. durchlank; mit einem Worfe: die Johen, durch welche ein Rowies welche ein Rowies und ind in den einzelnen auf ettander folgenden Schuiden fant, wie Ale ungerie den Fahlen nach ihres Ovonnug : 1, 3, 5, 7, 9 n. f. w. venhalten, weil diese, wenn man ste nach ind idich abdirt: 1, 1 + 3, 1 + 3 + 5, 1 + 3 + 5, 1 + 3, 1 + 3 + 5, 1 + 3

Da man die Geschwindigseit der gleichsbrmig bes schleunigten Bewegung erhalt, wenn man den bon ihrem Anfange an durchlaufnen doppelten Raum mit der Zeit theilt, so ift die Geschwindigkeit des frepen Falles am Ende der erften Sekunde 2.15.

sber'60 Buß; em Ende ber britten Gef. 2.135

oder 90 Fuß; am Ende der vierten Gef. 2m?49
4
coden une Kaßen; f. H. nedle fichen alfs, daßibie Gefchwiss
digfeinten 30% 60% 90% erziv al. f. w. wie die Zeiten
T. 2. 3.14. 16 f. w. sunehmen weil der Lak geiten

(%) s. 3/14. u. f. w. junehmen, weil ber Fall gleich förmig beschleunigt. wirde; und baß sie übersachessieste finder ist Gefunden aufehnlich find. ha fin Abelier schen in g. Gefunden eine fulge Geschuldigiethunlangte, daß er einerfull Gefunden, dass Fuß Fleichschung fertlanfte fanne.

in berfelben Zeit Da' ein joberet Abliebe freb durch DE (Big. 46") fant, gehr vellelber auf ver

<sup>&</sup>quot; Duften febe ben abefundliblinffigen Bedfrud etil

geneigten Sing-Ach aus Dain G. Denn die Kraft auf BA verfatt fich jur Kraft der Schwere, wie DG: DE, Wieichfermige Aufter aber, so Nie diefe, verhalten sich immer wie die in gleichen Julien durch fir erzeugun Betochungen. Das hier van wenischt gehanden Bewegungen in einerlep Raffe die Nedo-iff, fin verhalten: In Olosa, wie ihre Beschwindigkelten. Da num heide Bewegungen, van DG und Diff, gleichfornig hoschaunigt sind, so verhalten fich die die steichen Jetun erzeugtun Beschwindigkelten, wie die in diese Jeiten durchluftnen Manne. n Julit als eine gewisse Wasse in der Gene Bad durch DG gehn,

Anf eine abuliche Urt wird eine Maffe, Die Gie In B auf Die Ebne BA legen, in berfelben Beit, ba fe fren burch BC fallen murbe, aus B in H gebu, wenn CH auf BA fenfrecht iff. Stellen Sie fic nun einen lothrecht flebenden Rreis vor (gig, 47) beffen Mittelpunpft C, ber lothrechte Durchmeffer aber AB ift, und Gie feben leicht, baß eine glatte Rugei Aura hebe Sehne AD, AE, Die incobaffan Punfte A anfangt, in einer gleichen Beit berunters wallen muße, im berfelben Beit namflibie in weicher fie im leeren Raume frey Durch AB fallt. Denn Hiebn Sie bie magrechte Uhie BF, und verlangein Sie AD in F. AB in G. fo find AF und AG Beneigte Ebnen von der gemeinschaftlichen Sobe AB. Mus Der Beometrie aber weiß minn +), Das affe With. Tel, wie ADB, AEB, rechte find, die Geffie mag gerbyen febn, wie man will. Alfo fallt eine Rughl in: Deufellien Beit Gren; bouch AB, in Der fie durch irgend sine Grone & Da AE, aus A berabrofft. Contract Contracts 48 1) 226

<sup>:</sup> Mall. Banb. Cintellingen.

In derfelben Zeit vollt die Aufel auch durch im gend eine Sehne, die im unterften Punter B aufhört, wie HB, wenn ste in Haufgelegt wird. Denn es läst sich alle Wal aus A eine andre Sehne A E ziehn, weiche ber HB parallel und gleich ist. Beide Seize nen aber muffen uorhwondig in gleichen Zeiten durche laufen werden. Wan hat eigne Wertzeuge, hälgerne große lotrecht stehende Scheiben mit beweglichen Lineas len; durch welche man zu zeigen pflegt, das die Zeis ist des fregen Halles durch AB, und des Hernberdielens in viner Sehne aus A, ober nach B, einander pleich find.

Rennen Sie die Zeit des frepen Kalles durch AB, t, und die Zeit des herabrollens durch AF, T, so ift to : To = AD: AF. Denn die Bewegung auf AF ist gleichsdrmig beschleunigt, und in der Zeit t wird AD, in Taber AF durchlausen. Daher verhalten sich die durchlausen Kaume, wie die Quas drate der Zeiten. Da nun die Drepecke ADB und AFB einander ahnlich sind, so ist AD: AB = AR

:AB: AF also AD =  $\frac{AB^2}{AF}$ . Solgila with t'2:

 $T^a \pm \frac{AB^a}{AF} : AF = AB^a : AF^a$  und t: T =

AB: AF = Sin. m: 1, wenn man den Reigungde winkelben F, m nennt. Je fleiner also dieser Winkeliss, um desto größer wird T. Die Angel hraucht daßer eine langue Zeit um and A in F, als aus A in G herafyurollen, und überhaupt verhalten sich die Zeiten durch AF und AG, wie AF: AG.

Ein schwerer Butte geht auf B.A. in betfelben Beit aus B in H, in welcher er fren duch B.C fant. Daber verhalt fich seine Seschwindigkeit in H, ju der in C, wie 2 B H : 2 B C = B H : 2BC. Rennt

man alfo die eeftre c, die lettre C, fo ift c: C = BH : BC. : Got er nun aus H noch weiter herune ser bis in A, fo verbalt fic feine Gefcmindigfeit K in A m c .... BA : BC, weil ben gleichformigbefichleunigten Bewegungen Die erlangten Gefdming Digfeiten im Berbaltniffe ber Boiten, Diefe aber, wie Gie eben gefeben haben, im Berhaltniffe von BA : BC find. Denn Die Beit burd BH ift ber Beit Des freuen galles burch BC gleich. Diefe aber verhalt. 200 jeur Beit bave BA, wie BC : BA. Cener Sie nunmehr bie beiben gefundnen Berhaltniffe c :, C = BH: BC unb K: c = BA: BC jufame. men, fo erhalten Gie K : O = BH. BA : BC. BC. De nan BH : BC = BC : BA ig, for wird K = C, und ber Rorper erlangt baber, indem. er and ber Rube vom oberften Unnte B einer geneige. sen Cone bis jum unterffen A berabrollt, in Diefem Diefelbe Befdwindigfeit, Die ibm ber frepe gall aus ber Rube durch die bobe ber Cone BC im leeren. Ranme gegeben baben murbe, ober bie Sefdwindige feit, welche ber bobe BC jufommt.

Aber nicht bloß im untersten, sondern auch in sedem andern Punkte einer geneigten Sone, hat ein Punkt, der durch seine Schwere von der Ebne herabigetrieben wird, die Seschwindigkeit, welche der Johe seines Falles zudemmt. Wonn er 4, B. (Fig. 48) aus Bmach F herabvolle, und F.G ift eine wagrechte Linie, so hat er in dem Hunkte F die Seschwindigkeit, welche der Johe BG, durch die er gefallen ift, zus kimmt; indem man offenbar BFG als eine besonder geneigte Sone ausehn kann, die sich völlig eben so werhält, wie ABC (Kig.) 46. Wenn serner zuen, sowehalt, wie ABC (Kig.) 46. Wenn serner zuen, sowen ferner ause, sowen andre aus A in G, der andre aus A in F, herabrollen, so wird zwar dieser mehrere Leit branden um seine Esnezu durch.

laufeit, als jener; allein! bennech Saben Beide, mm Ende ihres Laufe, in F und G, emilien Beschwink vigfeit, diejenige nimbid, weiche der Sie A Bzwommt, durch die sie bildungefallen sind. Eben dasselbe gilt von jeder andern Ebne, die in A anstfüngt, und bis auf die wagrechte Linie BE reihte Go verschieden also auch die Wege finder durch weid de ein schwerz Körper aus einem gewissen Punkte Ai, die zu einer gewissen wagrechten Linia BF, durch sein Gewicht heruntergeht, so ist dunnech selner durch den Fall erlangte Geschwindigseit immer den gesichel Gebse. In der wagrechten Linia answert.

Die Geschwindigkeit aber c, welche zu einer zur wissen Sobie a gehort, läßt: sich leicht berechnich, wenn a bekannt ift. Denn es falla elk Abreer inn gendwo im leeren Raume aus der Ruhe in einer Gekunde burch die hohe g; so ist seine Geschwindiga feit am Ende dieses Falles a.g. Run sprhalten sich beym freyen Falle die Hohen, wie die Quadrate der Geschwindigkeiten. Also g: a = 14 g<sup>2</sup> 2c<sup>2</sup> und! c<sup>2</sup> = 4 ga, also c = 2 lega. (26 Brief. z Ann.)

#### Anmerfung.

Wenn die ganze Sowere eines Paufes = 1 the fo wird der Theil von ihr, welches dem Pantte auf einer unter dem Winkel im geneigten Ebde zur Bewess gung übrig bleibt, = sin. m, well'er fich zur ganz zen Schwere, wie sin. m : 1 verhalt. Wied aber: die Kraft f (26 Brief 1 Unin.) = sin. m, forehalten wir 2 gt. sin. m = c.

If nun 8 der Naum auf dieser Sone, so wird) 8 sin. m die dazu gehörige Sober Da sich nun die Höhen des fregen Falles g und austrum wie die:

Quedrate der ermeringe Gefchwindigleiten. 4. 2.2 undig 2 sprhallen, fo with g 2 = 4 ge spin, m; alfo, indem man beide:gefundene Gleichnugen verbins but - A T gu'a sin m.

. 11' 2' .

A 18 1 1 1 1 1 1

1 14:00 Bier und Drenfigfter Brief:

Nunmahr thunen Sie fich feicht von ben Bewegung. eines Rarpers dinen bentlichen Begriff machen, welsder fortgeworfen ober fortgestoffen, juph hernach fein uer eignen Schwere überlaffen wirb. Bon ben beis ben Bewegungen, Die ein folder Körper jugleich in lich vereinigt, ift bie eine, bie ibm burd ben Wurf ohen Stoß mitgetheilet mirb, gleichfarmig, wenn man den Widerftand der Luft und alle andre hine derniffe, fo wie wir bier,than, ben Aleite fest, weil ein Rhunn Die ihm einmal-miegesheilte Bewegung vermage feiner Erägboit immer unverändent bepbes balt. Die auder Bewegung aber rubit ben der Schwere des Rorpers ber, und ift unter ber porigen Boranfe fegunge wenn ber Rorper, gang frey aber auf eines geneigten Cone obne alle Rejhung, ift a. geichformig. befdleunigt, weil die Rraft der Sowete eine abfor lute Lueft ift, Die immer gleich gupf bleibet, ber Löpper mag fich bewegen, joder ruben.

Mind ber Lorper nach einer lothrachten Richtung gerade nach unten gewosfen aber geftaffen, fo gebort Die Sefdwindigfeit c, die er burch ben Burf ober Stoff erhalt ; ju einer gewiffen Sobe a., und ber Ropper fallt alfo, nachdem er biofe Sefgwindigleit erbalten fige a nachber ghen for als menn er aus der Aufe von der Siste a gefallen ware, inden eites Unsesung ber folgenden Bewegung gang gleichgittig bit, ob er die Seschwindigseit o durch einen Fall oder einen Stoß erhalten hat. Eben so verhält fich die Saige, wenn der Körper in F (Kig. 48) auf einer geneigten Sone ohne Reibung liegt, und dunch einen Stoß nach der Richtung FA eine Seschwindigs seit erhält, welche der Sichtung FA eine Seschwindigs seit erhält, welche der Sichtung FA eine Seschwindigs seit erhält, welche der Sichtung FA eine Seschwind seine Bewegung ift alle bennach von F nach A vollsow men eben so, als wenn er aus B, sone allen Stoß, bloß durch seine Schwere heradgestiegen ware. Seine Bewegung ift also gleichsteing beschlennigt, wur daß man ihren Ausang nicht von F, wo der Rover- von Stoß empfling, sondern von B, rechnen muß.

Bieb aber ein Rieper lothrecht nach eben, alfo finer Sowere gerade entgegen, gewerfen, fo miffe fon Sie die gleichfbruig befchleunigte Bewegung. welche bie Sowere in ihm, auch wenn er auffeigt, bervotbeligt; bon ber gleichformigen Bewegung fels nes Burfs abziehn, wenn Sie bie Bewegung haben wollen, mit melder er aufftrigt, well febe Beibes guig, bie man aus swehen einander gerube entges gengefehren itiffacen Debegungen gufautmenfest, bem Unterfolebe ber beiben einfachen gleich ift. Da nun Die Befchindigfeit Der gleichformig bescheunige ten Bewegung, und gwar im Berbaltniffe Der Bett, beftandig wälffe, fo muß die auffleigende Bewegung des geworfien Abroevs nicht war immer fielner and fleiner werben, fonbern und in jeben gleichen Beite Mellen einen gleichen Bertuft ihrer Gofdebindigfeit leiben. Sie ift alfe eine gleich formigrwergbi gerte Bewegung und birt jufett ganglich auf. Denfi eine jebe Bewegung, Die nach und nach immer fleiner wirb, mennt man eine vorzägerte, unb fie fent alle Mai Roafte votant, die ibr entingenges

feht find. Sie finns aber auch in gleichen Briten uns gleiche Speile ihrer Geschwindigfeit verlieren, und abbann wird fie nu geel Erfdunig verzägert.

.Ein teber Sarver fiftt im leeren Raume in einen gewiffen und bestimmten Beit aus ber Rabe gleich eieft und ertange burch diefen Rall eine gleiche Sefthwine bigfeit. Daber verfteren and alle lothrecht im bie Abbe geworfne Berber, man mag fie flater oben fibmacher merfest ,: tu date gewiffen Beit gleich viele an ihrer Gefdwindigfeit und bobe; in ber etfilm Betwebe s. B. Bo:Riff:an ber Cefchwindiafeit, und 19: Raf an ber Sibil. Dat ber Rhover beuch bem Burf :80 Enf Gafdwindigfeit' erhaltet, fo bieibur ibm mach ber erften Setunde mur 50 Auf: Befchwing Digfrit dorig; hat er do erhalten, fe behålt er une 30 M. f. m. Bareiber erfte in ber erften Gefnabo desch go fins gestiegen; wenn er nicht schwer gewesfen mare, fo steine er wirfich nur burch 65, fo mie ber zweste nur buich 45 Auf, weil beibe in bidfer Zeit birch 15 fint bernnermefallen finber . Steigt sin folder Revoce enblich bis ju ber Sobe a ent, ber Die Befdwindigfeit felme Wurft antommt, fo fant er weider gar nicht fleigen; brun ba er Anfangs bie ber Sobe a jugtbbeige Befdwindigfeit inndr abem batte, fo wurde er in berfelben Beit t. ba er aus ber Rabe burch bie bobe a fallet fattu, burch 2 a. aufgeftiegen fenn, wenn er nicht gogleich gefallen wire." Erift aber in ber Beit t im Auffleigen wirfe Hid jugleich burch a gefallen, und bat baben in bier fer Zeit mur die Sobs a sereicht. Zumleich bat die Bottere in ibm Die biefer Sobe gugebbrige Befdmine Digfeit erzengt, Die der Gefchwindigfeit foines Buofs gleich ift. Am Cube ber Beit t find baber in ibm gwen pleiche und gerade entgegengefeste Bewegungen vessiniat. Bein Auffbigen bort folglid auf: da aber

die Cichulureninderniur ihmeyn wielden fortlährte, for füngt er fogleich un aus der Auherin derfelben fother füngt er fogleich un aus der Auherin derfelben fother vechten Lipie hepakanfallen is in walcher er aufgestäte ger war immbider er durcht fleselbe. Höhren derbers felben Zeit hälte in welcher erndante fle stiege, soerlangt er auchignieht in dam Panfrey aus welcheme er: gewarfen worden war, diefelbe Geschwindigselt wiederz die er im Aufangerscheibe Geschwindigselt dach der enthiegengesetzen Abstung, durch den Manfi erhälten hatte.

Die gleichforutig bemagerte Bewegung verwendelt fich also in eine gleichformit bescheunigte, wenn mon weu bem Bunfte an, ba fie auffant, Die Zeisen nache wirte bed net." Denn ber Unterfchieb ber Gefchreine Digfeiten in jeden zwegen gleich; weit von eingubar aufernten Zeitpunften ift. bem libr überalle einerlopf und eben fo noch, wie ben bem gleichfbemin befdieus: nigten: fregen falls.: Die Bewegung bes duffleigende ift dehenimit ber Bewegufig des Jundeffallens vollägt cheenien, wenn man die Beiden tonn bem Angenbliche po tedinan anfängt, be bed Auffeigen auffart. Eine Gehande bar: nuth : eine. Gehande mach biefem Beite pante, but ababaunt in feben menen gleich meit. wurd dom autfriettein Baltpinitten bat ber Rieper gleiche Befchwindigfalten, und ift gleich weit von bem boche ften: Munde entfatnt, ben er lichte Anfiloigen erreichte Ban fantisber bie ganje, Beit feines Muffleigens leiche findingentlich baber feine gange Bangaung, ber redmat einbern: man nur die Beschwindigleit o weiße mie meldite na in die bide geworfen wird. Dennjenie Jeit iffe sboudiefelbe, in welider ein ficwever Abco pèr in lernis Mount durch die Sibe a aus der Musie: füllt ... ber die Gefdwindigfeit :c sagebort.

Eben. fo. ift die Bewegung: eines Liepers gloiche förtnig verzägent, der nach ber Richtung AB (Big. 48)

mit letter habbiffen Beibalt gufabet fenreigten Ebust die Schowindigfeit, coalche en dasch. Den Staf erbalte guider Sobe B.C, if feigtithet Rhever in berfalben Bit. T. in welchenen durit febre Schoore aus B nach' A gehn miethes und Annach Bar Denn, er mache in, Der Beit . T. mit: der ibm mitgetheilten Bewegnner Durch einen Ramm, der ... a 'A.B ift gehn, wanne er nicht maleichiffieles. Da er aber angleich, indemi de auffleigt, in ber Beit I, auf der Ebne burch einein Maum fallt, ber: AB ift : fo dommt er in biefen Zoit nur and & his B., und gehtraud biefem Sunter. gleich wiebet mit gleichfamig befchiennigter. Bewen gung, in einer gleichen Beit: E; jurad nad A. Ruffi feine Bewegung ift, wie Gie leicht febn, ber, eines lathrecht im die dobe geworfnert fcweren Rhvens in affen Abfichten abnitch , und en bat ,. fo wohl ben feit mem Muffeigen; als auch benm hannntergehn, in. jebem Bunfte ber Cons F Die Gefchainbiafeit, welche bar Shibe, E. Frober B.G. antementich .... 730 Bird aber ein fcmerer Rienernicht in einer lothe rechten in fambenn: in einer andern. Michenne fortenwors fen ober gestoßett, fo beschreibt er im leenen:Ranime, eine: Parabelg: wie: Galifel guerft gezeigt hater Banne Die Richtung bes Musfe wagreibt ift, pher nach une, tent geht, for haberich Ihmen beveits erwiefen, baf ans des Derfilindung: ber gleichformigen Bemegung bei Mourfe undiebrie gleichformig beschieneigten bes Malleseine Parecel: ausfeht; \*) allein baffelhe findet Gtatte and menuberalieper fibief nach aben gewerfen wirbe. und alfordinfanger auffteigt, 5 Es weichet aber bie: Balla bes Sawerpuntes eines fchief gewerfnen fdwer ven Bomers in der Luft: um boffe mehr van einer Van rabel ab, je eigenthamlich leichter der Körper iff. und . \*) Man. febe ber fünf und zwamieften Belof.

je finaller er fich betrogt, weil ihm in beiben fillem bie Luft um bofts fäufer widensteht. Ein feinet Wasserstrahl 3. B. der schief aus einer lleinen Dass nung hervorspriet, boschreibt fast vollommen dine Parabel, weil seine Schneligsett nur soft masse mach nicht weit in der Lust sortgest. Der Weg des Mittelpunfts einer Bombe dagogen, die aus einem Abrier geschoffen wird, emsonnt sich schwei des weitstehen der Parabel, well die Bombo wiel merklicher von einer Parabel, well die Bombo siel speller bewegt, als das Wasser, und viel weiter in der Lust sortgest. Und eine sortgeschofine Ranventugel hat eine Bahn, die noch viel weniger parabelisch ist, als die einer Bombo, weil sie gewöhne lich drep bis vier. Mal she einer Fortlänft, als diese.

Dennigde ift Die Linie, nach welcher eine abger fcofine Lugel: aber ein fchief gewerfner eber fortge. fiofiner Abrec burd bie Luft gest, allemal geframmte aber uni befte woniger, 'je foneller bie bem Abryon wen aufm micgeifteller Bewegung ift. Dein in boffo fårgerer Beit erreicht'er bas Biel, nach melchem wo actabilite ober geneuclen wirb, um befte meniger sinf fallt et uifo inbeffen, um befto weniger entfestet er fic bon ber Michtungelinie feines Burfs: weil er tumer in gielder Belt gleich tief fallt, namlich in die ner Gefnibe burd 15,1 Bartfer Ruf, er man lange fam ober gefchwinde fortgeworfen werben. Daber Abeint ohne Mintenlugel gang gerabe foutpugefon, singearches i fee Buten Res allemal erwas Steinmt, well fit fo febr fonell fartlauft, wenn fie aus ber Mintegefchoffen with. Das abet eine folde Rugel bene noch uft ben Bunft erreicht, nach welchem man zitite fommt bluf bager / bag jeber Mintentauf AB (Ria. 82) binten ben A etwas biefer ift, als vom an feines Banbung ben B. Denn fo fallt bie gerade Sinie ABE, nech welcher man mit bem Ange binfiebt,

iminiger: Entlegenung unter Die Ars bes Laufei GM, who beren Michtung die Angel aus der Flince fahre. Die Angel etreiche alfo den Paufe E, nach welchen man ziele, dies dadunch, das fleusich im Finnigespe fonte, das fle inchen fungen Jele, du welcher fleudes Julie erreiche, durch die Habe Delle füllt, und Mass fich also ihre Bahn keinner.

Die Babn einer Bombe ift tiel farler gefrange alls die einer Alintentugel. Daffer wirfe man fie nich micht berignital's Ambern . folef. in. die Dibe, Land bem Merfer. Gie erhebt fich alebann jahr bate Puntte A (Rig. 83) Aufangs immer bober, und fentt fic nachber wieder, bis fie gulegt Die Durch A gebende magrechte Linie AC in irgend einem Punfte B'ober C erreicht. Die Entfernung AB ober AC, in welcher fie bon A auf die wagrechte Linie A. Bille berfallt, beift thre Burfweite, und ber Blifft GMB ober HAB, ben bie Are bes Dorfers; halb wind Richtung bie Bombe aus bem Mbrfer fabet, mit ber magrechten' linie A C macht, wird ber Ers hebungswinket genannt. Go ift GAC bet Ets Bebungswinfel für die Bahn AEB und für Die Burfweite AB, weil AG bie Babn in A berfiftes. und alfo die Bombe nach ber Richtung A G aus beit Worfer fabri, fo baf bie Mre bes Dorfers in biefe Stitte fallen muß, wenn man ben Botfer abfenert.

Dewegten fith die Bomben im iveren Raume', 'fo-waren die Wege ihrer Schwerpunkte ABB, ABB, ABB, ABB, ar B n. f. w. Parabeln. Atsbaffn würden die Waffweiten, bes gleichen Ladungen von Phoret, also auch ben gleichen Warfsgeschmindigkeiten, fich spie die Sinus der doppelten Erhebungswinkel verhalten würfen, auf Miss würde unter dem Erhebungswinkel von 45 Graben die Warfweite ACallemal am größten stepn, well intsbaminden doppelten Webbangswinkel

Mindle des son Con Braden, a Bines baben: stolbte. Bare ben Arbebungutobn Charles: ober: größerfriels .44°; wietwechB, :ELAEB, Ma: phicological distribution of the contraction of luni Pepa, als ACy ja les mallie ill bela Millide von gleicher Groffe frond: nieun baibe. Wie fel gleich viel von 45 Brabent werft irben bit Mille 1. B. MAB go and Grad sh Bi dolere fin beiden Siellen bis Winetweise antisch austich well der Binksbom: of. Bo wher Gurffenben, ichin le lates ifth albider wants . So ther 120 Stadenis A de is no beilanner fungent. I. Es werde ein Sorper-mit. Der Gefdminbige feit o gerade in Die Dabe geworfen; mill man nup miffen, auf melde Dobe b er in & Befunden ftele gen wird, fo fiche man querft, mie tief ein Sow in der Beit tufven fallt. Da Diefe Dobe gu-B ben Dabe für eine Gefunde, fich mie bas Quas Deat son den Beit t ju z nerhalt, fo ift fie = Man giebe fie vom Naupe ct, den der geworfno Rorpen in t. Setunden gleichformig burd janfen marbe, ab. fa bleibt. b. = et. - gt. Merc, L. B., die Pelcompublicito (pon 80 Hus and t = 2/14 murbe h ming 60 = 190 Some mell ich an E5. Ishe ichen geworfne Rors per marde alfo in.2... an 200 Juli, hach feigen. 5:1 Bill man miffen in welcher Zeit ein folder karper anf eine gegebne Sohe b fleigen wird, fo at han be see be ges over fenancie que bene 1 . 2 ... will Daraus t = 195 + V ( 200 - b) . Brande South Committee of the state of minispler dat Belgewet & fo erfille wan ble Beitre in welcher benminsledersteiner indent inan in ho hat man die John bar nolder depunktufligen die Abha mardiset anstare depunktufligen die Abha mardiset anstare depunktufligen die Abha mardiset aus kerden Wird de doch wirte des ist die Abha mardiset aus ist die Abha di

2. Bep der Bewegung auf einer unter Den Bintel m geneigten Cone bleibt alles bolls in wie vorber; nur ift b — c.t — g t sin. m. (Unmert. 32 Brief.) Man fann also Rauft und Zeit, so wie uprber, finden, Der Korper giv reicht feine größte Joherin ber Zeit t all auf nie in

3. Es werde ein schwerer Punkt (Fig. 144) nach der schiesen Richtung FR in die obbe gestwarfen. FH. sop die wagrechte Luie, die, der Punkt, wenn er wieder beruntersalle, in H triffe KH aber sen eine lothrechts Linie. Theilt man unn die Wurspeite in E in zwen gleiche Sheise und glebt IE sothrecht, so ift IE ik KH Es seh in D buid TE, so kun man die Bewöhung von Enfekt winkte sehe in D buid TE, so kun man die Bewöhung von der Nickt so ansehn, als wenn er gleichsbruis nach der Aichtung FR sortgegangen und zugleich immet in

auer follen geloge sinit: welden von FI. .... Life March remer: det Bentte, wenn en im de Beit T and F nach Mafani, am Ende der Beit & I in ber Linie IE, und in ife indeffen wurch Link gefaßen; ba die Die feines gangen Malle, bereder Beit: T, KHI ift. Alfo verbale Michafen ID: und KH, mie bie Buchrete ner International Physics of American Land in the Constitution of 细胞 体 404 DB 苹 至 於時 二、ID, 904/江部 adea in the Ber in a ster defet t. Mr. tramb min Theil der gangen Beit T: nun Anfange: in Beweging : die gerächtet . und : der Wunft : fen ign Ands Diesex Joix in der Lethuchten Linie, G.A. gespie fen und in ihr bis B gefallen; so ift GB ju ID, bor GB: 1 a = GA2 : IE = GA2 : 1 a4, elfo GA2 = a.GB = aGA - a.BA alfo a.BA = a.GA - GA2 = (a - GA)
GA, well GA und IE fich wie FG und FI, Alfo wie bie Beiten des Falles durch GB und ID berhalten. Ran giebe BC mit FH parallel, neus ne DC, x, BC, y und ben Winfel KFH, m. fo ift GA = FA . tang. m and & a = FE. tang. m, also FE -. Es wird alfo 2 tang. m Ca dang. m y) tang. m 😑 🖁 a y tang in und baber a . BA = (a - GA) GA = ( a + y tang. m) ( a m - y tang. m) W DE DC 二 美a 二 采班, fo etbalt Water spiest I a -ax Stang. 44) Paralle y 2 (tang. m) fenhar expellet, bag bie Bahn Des Punfts FBDH welle.

eine Parabel, und a (tang. m)2 der Parameter ih.
rer Are ift. (III Einleit. 224)

4. Aus der vorgehenden Anmerkung erhellet, wenn der schwere Punkt mit der Geschwindigkeit c nach F Kgeworsen wird, daß F K = cT, und g: KH = 1: T² also KH = g T² ist. Run ist aber F K: KH = 1: sin. m. Daher wird T = \frac{c.\sin. m}{g} und man kann also die Zeit, in welcher der Punkt aus F bis H kommt, durch c und m leicht bes stimmen. Die Wursweite F H ist = c T.\cos. m = \frac{c^2 \sin. m \cdot cos. m}{g} \frac{c}{c} \sin. m \cdot cos. m}{g} \frac{c}{c} \sin. m \cdot cos. m} \frac{c}{c} \sin. m \cdot cos. m}{g} \frac{c}{c} \sin. m \cdot cos. m} \frac{c}{c} \sin. m \cdot cos. m}{g} \fra

schwindigkeiten sind aber keinesweges im Berhalt, niffe der Pulvermaffen, die man zur Ladung braucht, auffer bep kleinen Ladungen. Denn bep großen Las dungen richtet mehr Pulver noch Berhaltniß wenis ger ans, und die Burfweiten, welche bep einer gleichen Reigung sich wie die Quadrate der Puls vermaffen verhalten sollten, wachsen nur ungefähr wie die Rassen selbst.

# Fanf und brenßigfter Brief.

Die Theorie ber ichief geworfnen Korper, ben wels der man auf ben Widerstand ber Luft gar nicht fieht, nennt man die parabolische. Ich habe in meis nem lettern Schreiben von ihr gerebet, und zugleich bemerkt, daß mehrentheils die Bahnen ber geworfs nen Korper in der Luft sehr ftart von Parabeln abs Dube Raturl. 4. 26.

weichen; indeffen bat dennoch in Ansehung der Bome ben die Erfahrung gelehrt, daß fich ihre Wurfweiten, ben geborigen und gleichen Ladungen, von 45 bis faft 75- Braden Erhebung, ziemlich genau wie die Ginus ber Doppelten Erhebungswinfel verhalten. nern Winteln pflegen fie mertlich größer ju fenn, als fie nach diefem Berbaltniffe fenn follten. Die Urfache hiervon liegt mahricheinlich barin, baf bie Comas dung ber Bewegung ber Bomben burch bie Luft um befto größer wird, je langer fie fich in ber Luft vers weilen, und bag die Zeit der Bermeilung in Bers baltniffe des Sinus des Erbebungsminfels machft. Denn da die größern Sinus der Bintel über 45 Grade, nach Berhaltnif ber Minfel, viel weniger unter fich verschieden find, als die Sinus der fleinern , Mintel unter 45 Graden, fo macht auch ber Biders ftand der Luft, wie es fceint, ben großen Erbes bungewinfeln feinen fo großen Unterschied in den Burfmeiten, als ben fleinen.

"Wenn man daber aus einem Morfer mit einer gemiffen ladung, unter bem Erhebungsmintel bon 45 Graden, einige Probefcuffe thut, Die Burfweis ten mißt, und aus ihnen, ba fie allemal etwas vers fchieden ju fenn pflegen, ein Mittel nimmt, fo fann man aus Diefem Mittel Die mittlere Burfweite fur jeden andren großern Erbebungswintel bis ju 75 Sraden giemlich genau berechnen. Und Diese leichte Berechnung ift in der Ausübung binlanglich, Da Die Morfer gewöhnlich fo eingerichtet find, daß fie fich nicht unter 45 und nicht über 75 Grade neigen Es wird aber ben bergleichen Berechnungen allemal vorausgesett, daß die anfangliche Seschwins Digfeit, welche die Bombe vom Pulver erhalt, ber allen verschiednen Reigungen bes Morfers, immer einerlen bleibt, fo lange die Pulverladung gleich fart

Ohne Diefe mefentliche Bedingung ift gar feine Art von Berechnung moglich. Daber muß man erfte lich ben allen verschiednen Reigungen einerlen Art von Dulver gebrauchen. Denn eine Art ift oft viel fars ter, wie die andre; eine tragt, in gleicher Menge und unter gleichen Umftanben gebraucht, oft viel 3meptens muß bas Pulver als die andre. nicht los im Morfer liegen, fondern feft gepact were ben und die gange Pulvertammer fallen. Auf Diefen Umffand fommt mehr an, als man glauben follte. In Wien 4. B. fand man 1784 bep einem drepfige pfundigen Dorfer, unter einem Erhebungswinfel, bon 60 Graden, mit einer gabung ben 24 gothen los eingeschatteten Pulvers, Die Burfweite nur von 44 Rlaftern; aber ben bemfelben Morfer, Bulver und Erhebungswinfel mar die Burfweite von 145 Rlaftern, als man mit Patronen, obgleich nur mit 22 lothen Bulvers, lub. Diefe Unregelmäßigfeiten in den Burfweiten werben um befto fleiner, je flois ner der Spielraum in den Morfern ift, je ftarter Die Ladungen find, und je beffer man bas Pulver jufams menpactt.

Bep der gewöhnlichen Art die Morfer zu laden sindet man mehrentheils, daß gleiche Ladungen von gleichem Pulver, bep großen Erhebungswinkeln, größre anfängliche Seschwindigkeiten geben, als bep kleinen; daß bep 50, ja zuweilen gar ben 60 Graden, die Schußweite oft noch etwas größer ist, als bey 45 Graden, da dach, wegen des Widerstandes der Luft, wenn gleiche Ladungen immer gleich start wirkten, der Winkel der größten Schußweite kleiner, als von 45 Graden, sepn sollte; endlich daß die Wurftweite ben 45 Graden oft kleiner ist, als die ben 75 Graden doppelt genommen, da sie doch, wegen des Widerstandes der Luft, allemal größer sepn sollte.

Unter diesen Umftanden scheinen die mahsamen Bei rechnungen der wahren Linie, die eine geworsne Bombe in der Lust beschreibt, in der Auskhung sehr wes nigen Rugen zu haben, besonders da selbst mit der größten Sorgsalt, die man auf die Ladung der Morser verwendet, und unter den vortheilhafv testen Umständen, den gleichen Ladungen und gleis den Winteln, doch immer noch ein beträchtlicher Unterschied in den Mursweiten übeig bleibt, der oft, besonders den kleinen Winteln, auf dock Sanzen steigt. Sogar weicht zuweilen die Bombe aus der lothrechten Ebne, in welcher sie eigentlich immer bleiben sollte, dis um To der Wursweiter ab, weil sie an die Wände des Morsers anpreste, indem sie heraussährt.

Benn ein Morfer eine größere Reigung bat, als bon 75 Graden, fo merben die Schuffe bochft unficer; die Sombe fleigt ju boch auf, verliert sben faft alle Bewegung, und weichet mehrentheils felbft aus der lothrechten Richtungsebne febr weit ab. Möchte fie, auch wenn fie lotbrecht in Die Sobe gefcoffen marbe, gar nicht abweichen, mußte fie alebann wieder in ben Morfer jurudfallen. Aber auch in Diefem Ralle murbe fie fur einen Bufdauer, ber außer ber Erbe einen feften Stands puntt batte, wegen ber Bewegung ber Erbe, eine frumme Linie befchreiben, ungeachtet fie uns vollig gerade aufzusteigen und niederzufallen fceinen murbe. Man fann Diefes durd einen artigen Berfuch finne -lich machen. Mitten auf einer fleinen Safel befes Rigt man eine Art von bolgernem Morfer, ber aus einer an beiden Enden offnen Robre besteht. Unten ift diese Robre mit einem Pfropfen verkopft, auf welchem eine Rugel liegt. Unter bem Pfrapfen ift ein hammer mit einer geber angebracht, und fo

eingerichtet, daß er, wenn man die Robre lothrecht fellt, die Tafel auf zwen parallele wagrecht ges fpantite Saiten legt, und fie auf Diefen immer gleichformig fortgiebt, an einer gewiffen Stelle jes ner Saiten, fobald die Tafel mit ber Robre babin fommt, bem Pfropfen einen Beg giebt, burch ben Die Augel lothrecht aus ber Robre in Die Sobe getrieben wird. Indeffen geht die Tafel mit der Robre gleichformig immer weiter, und nach einiges Beit faut Die Rugel wieder in Die lothrechte Robre jurud, ungeachtet man deutlich ficht, daß fie eint fromme und parabolifche Linie befdreibt. Sie bat namlich, indem fie aus der Robre fabrt, die mage rechte - Bewegung ber Robre, fo wie j. B. ein Upfel, ben jemand, ber im Bagen fabre, aus bem Bagen wirft. Wenn er ibn gerabe ju nach einem Menfchen wirft, ben welchem er fonell vors benfahrt, fo wird ber Apfel ben Menfchen nicht treffen, fonbern ben ibm vorbengebn.

Die Bewegung foief geworfner fowerer Rbrs per gebort zu ben frummfinichten Beweguns Sie feben aus dem Bepfpiele folder Rore per; daß ein Punft allemal eine frumme Linie bes foreibt, wenn er burch einen Burf ober Stoff oder auf andre Art eine gewiffe Burfbewegung (motum projectionis) erhalten bat, die en wes gen feiner Erägheit, gang unverandert fortjufefen fucht, und jugleich irgend eine aufere Urfache ibn immer und in eines fort bon feiner Richtung abs treibt und entfernt .- Denn ba feine Babn in eines fort getrummt ift, so muß auch eine Ursache in Uebrigens fann ihre eines fort in ibn wirfen. Rraft gleichformig ober auch ungleichformig fennt und die Richtung berfelben fann fic entweber, fo wie ben den geworfnen fdweren Rorpern Die Rich

tung der Schwere, immer parallel bleiben, ober auch immer andern. Im lettern Kalle geht fie juweilen immerfort nach einem gewissen Puntte, den man den Mittelpunkt der Arafte (centrum virium) nennt. Die Araft selbst beißt als dann eine Zentralfraft, und da dergleichen Arafte ben den Bewegungen der himmlischen Korper Statt sinden, so verdienen sie eine genauere Untersuchung.

Es sep AD (Kig. 30) ein Bogen irgend einer krummen Linie. Ziehn Sie an seinen beiden Ends punkten die Berührungslinien AF, DF, und auf diese senkrecht AC, DC. Berlängern Sie serner CD und AF bis sie in B zusammenstoßen, und ziehn Sie AE senkrecht auf CB, und mit FD parallel; so ist CE: AE = AE: EB\*). Ist also der Bogen AD unendlich klein gegen CE oder CA, so wird auch AE unendlich klein; aber EB ist alsdann ein unendlich Reines der zwepten Ordnung, weil es, selbst in Ansehung der AE, unendlich klein wird. Also fallen alsdann die Punkte B und D, in Ansehung des Bogens AD, zusammen, und man kann diesen als einen Theil der Berührungslinie AB ansehn.

Ein Punkt, der die krumme Bahn durchläuft, von der AD ein Bogen ift, hat daber, indem er in A ankommt, die Richtung AB, und fångt daselbst an nach ihr zu gehn. Er wurde auch wirklich nach ihr gleichsbrmg fortsahren sich zu bes wegen, wenn die äußere Ursache, welche seine Bahn krummt, nicht beständig in ihn wirkte. Diese treibt ihn, während des unendlich kleinen Augens blicks, da er durch AD geht, allmählich aus B

<sup>\*)</sup> III. Band Einleit. 83.

nach D, also durch einen Raum, der unendlich kleiner, als AD, ift. Folglich ist auch die von jener Ursache, während dieses Augenblickes, erzgeugte Bewegung unendlich kleiner, als die, welche der bewegte Punkt in A, nach der Richtung AB, schon hat. Ueberhaupt ist jede mit einer endlichen Rrast in einer unendlich kleinen Zeis erzeugte Beswegung unendlich klein.

Sie tonnen fich auch noch auf eine andre Art Aberzeugen, daß ein jeder Puntt, bes eine frumme Linie befdreibt, in jedem Orte feiner Bahn eine Richtung hat, welche dafelbft die Bahn berührt. Stellen Sie fich eine ftelfe frumme Linie ACE (Rig. 31) und eine andre vollfommen biegfame, aber gefpannte, beren Ende in A befeftigt ift, bor. Rebmen Sie an, bag auf biefer ein Puntt, aus A. gleichfbrmig fortgebt, daß aber die gefpannte Linie allmablich fo gegen die fteife, durch BD, bewegt wird, und fich alfo an diefe nach und nach fo anlegt, baf ber bewegte Buntt immer auf ber lettern ba bleibt, wo biefe fich von der erftern, wie in C, abzufondern anfangt; fo feben Sie leicht, daß der Punft wirflich die frumme Babn ACE Durchlaufen und feine Richtung bloß beswegen beftanbig andern muß, weil ber gefpannte Saben von B nach D bewegt wird. Soren Gie alfo irs gendwe, indem der gaben 1. B. icon bis C an Der fteifen Linie anliegt, mit Diefer Bewegung auf, fo wird der Bunft mit gang unveranderter Bewes gung auf feinem Kaden fortgebn. Da aber diefer in: CD gefpannt ift, fo wird er bie fleife trums me Linie in C berühren. Alfo bat der Buntt. welcher die frumme Bahn ACE burchlauft an jes bem Orte berfelben C Die Richtung ber ju biefem Orte geborigen Berahrungelinie CD.

Ein Bunft, der fic auf einer Reifen frummen Linic bewegt, verliert baburd, daß er feine Richs tung beftanbig andern muß, nichts von feiner Bes fdwindigfeit. Stellen Sie fich juerft zwen an eine ander gefügte Conen AB und BD vor (Rig. 50). und nehmen Sie jugleich an, indem Sie AB in C berlangern, bag ber Binfel DBC unendlich fleit fen. Es werde die Bewegung des Bunfts in B. am Eude der Cone AB, weil fie nach der Richtung ABC gebt, burd die Linie BC ausgedruckt. Biebn Sie BG fenfrecht auf BD, und beschreiben Sie bas Parallelogramm BGCD; so ift die Bewegung des Bunfte B.C in Die amen Bewegungen BG und BD aufgeloft. Sene wird, ba fie auf die Cone B D fente recht ift, burch ihren Biberftand ganglich vernichtet, diese aber, als mit BD parallel, leidet nicht die ges ringfte Beranderung. Wenn Gie aber Die auf BC · fentrechte Linie CE mit ber verlangerten BD gufame menziehn, so ift auch bier BD: DC = DC: DE und baber DE ein unendlich Rleines ber zwepten Ordnung, wenn die Bewegung DC ober BG uns endlich flein ift, wie fie es bier, wegen bes unende lich fleinen Wintels DBC, fepn muß. Run if BE größer, als BC, und baber BC - BD fleis ner, als DE. Alfo ift ber Berluft, ben bie Bewer gung des Unnets burch die Beranderung ibrer Riche tung in B leibet, ein unendlich Rleines ber zwepten Ordnung.

Es läßt fich aber jede krumme Linie, als ein Bieleck von unendlich kleinen Seiten ansehn, die, so wie AB und BD, unter Winkeln, die nur unende lich wenig von 180 Graden abweichen, an einandet gefügt find. Wenn also ein Punkt auf einer krums men steifen Linie fortläuft, so verliert er am Ende einer jeden unendlich kleinen Seite ein unendlich fleis

mes Theilchen der zwepten Ordnung von seiner Sesschwindigkeit durch die Beränderung seiner Richtung. Ungeachtet nun dieser Berlust unendliche Mal wies derhohlt wird, indem der Punkt die krumme kinie durchkäuft, so verwandelt er sich dennoch nur in ein unendlich Kleines der ersten Ordnung. Die Sesschwindigkeit des Punkts wird also durch die bestämbige Beränderung seiner Richtung immer nur unende lich wenig, das heißt: gar nicht, geschwächt, ex mag seine Bahn so oft durchlausen, als man will.

### Sechs und brengigfter Brief.

Die einfachke krummlinichte Bewegung burch Zens traffrafte ift Die in einem Rreife. Stellen Sie fic eine fteife Linie in dem Umfang eines Rreises AFGA gebogen vor, und nehmen Sie an, daß auf der boblen Seite Diefer Rrummung in A ein beweglicher Punft liegt, in welchem eine gemiffe Daffe m obne alle Schwere vereinigt ift, und ber fic, nachdem et in A nach ber Richtung ber Tangente AB eine ges wife Bewegung erhalten bat, nachber ohne alle Reis bung, ohne allen Biderftand, und ohne ben Gine fluß irgend einer befondern Rraft, auf der geframme ten Linie fortbewegt; fo feben Gie leicht aus bem, was ich in meinem lettern Schreiben gefagt habedaß die Bewegung biefes Punfts, obgleich fie ihre Richtung beständig andert, bennoch immerfort gleiche formig fenn wird. Die Menderung aber feiner Richs tung wird durch den Biderftand der fleifen Linie bes wirft, beffen Richtung allenthalben auf den Umfreis

AFGA sentrecht, also nach deffen Mittelpunkte. C gerichtet ift. Die Kraft also, mit welcher die steife Linie in den bewegten Punkt wirkt, ist eine Zentralkraft, und da jede Wirkung mit einer gleichen und entgegengesetzen Gegenwirkung nothwendig vers dunden ist, so drückt dagegen der Punkt allenthalben die Linie sentrecht, nicht wegen seiner Schwere, weil er keine hat, sondern bloß weil er sich bewegt. Beide Kräfte des Widerkandes und des Drucks sind einams der allenthalben entgegengesetzt und gleich.

Stellen Sie fich nunmehr vor, daß derfelbe Puntt burd einen im Bunfte C befestigten, übrigens einer geometrifden Linie abnlichen, Raden mit C verbuns Den, Die gebogne fteife Linie aber meggenommen wird, und Sie begreifen leicht, wenn er in A nach ber Richtung der Berührungelinie AB einen Stoß erhalt, daß er noch immer fich vollig eben fo bewegen muß, als vorber. Denn ber Raben wirft nunmehr volltommen fo auf ibn, wie vorber die fteife linie wirfte, allenthalben namlich mit einer gegen C ges Dagegen giebt und fpannt die bes zichteten Traft. wegte Raffe ben Raben mit einer gleichen und ents gegengefetten Rraft, mit welcher fie vorber die fteife frumme Linie brückte. Sie muß alfo auch, fo wie auf ber frummen feifen Linie, mit ber einmal ers baltnen Bewegung immer gleichformig in einem Rreife um C, als den Mittelpunft ihrer Rrafte und Babn, berumlaufen.

Um fich von diefer Art der Bewegung ein finnlis ches Bild zu machen, binden Sie das eine Ende eines feinen aber festen Fadens an eine glatte, kleine, met tallne Rugel, legen diese auf einen glatten völlig wagrechten Tisch, befestigen auf ihm das andre Ende des Fadens, und kosen sodann die Rugel seitwärts foet. Sie wird sich Anfangs von dem sesten Ende

des Fadens etwas entfernen und den Faden spannen, wenn sie ihn aber nicht weiter ausdehnen kaun, so wird sie ansangen in einem Areise um den sesten Punkt des Fadens zu laufen. Jedoch ist ihre Bewes gung nicht ganz gleichsbrmig, weil sie durch die Neis dung, ungeachtet der Glatte des Tisches und der Augel, immer mehr geschwächt wird. Und dennoch muß die Augel immer auf einer wagrechten Ebne lies gen, durch welche ihr Gewicht gleichsam vernichtet wird, weil dieses sonst ihre Bewegung ungemein verändern würde.

Die Maffe m fpannt, mabrend ibrer Bewegung, ben Faben CI (Fig. 33) beståndig fo, als wenn Diefer rubte und mit einer besondern Rraft nach ber Richtung IL gezogen marde. Diefe Rraft ber bes wegten Maffe, Die immer der Bentralfraft (vis centripeta) entgegengesett und gleich ift, beifet Die Schwungtraft (vis centrifuga). Rrafte entstehn weder aus ber Tragbeit ber Maffe, noch einer andern abuliden Urfache, fonbern blog aus der Bewegung, und boren auf, fobald die Maffe rubt, ungeachtet fie ben ber Rube eben fo trage ift, als ben ber Bewegung. Denn in jedem Bunfte ibrer Babn fångt fie an, in ber Berührungelinie fortzus Sie fucht fich alfo vom Mittelpunfte C ju entfernen, und wirft in den gaden, Diefer aber giebt Ueberhaupt erlangen alle Rorper burch Die Bewegung gewiffe Rrafte, ober fie tonnen in andre Rorper wirken, mit benen fie gufammenbans gen, ober auf die fie ftogen. hier wird burd bie Bentralfraft die Babn ber Maffe gefrummt, durch die Schwungfraft der Faden gespannt.

Um die Große der Zentralfraft f in jedem Buntte A des Kreifes ju finden, fegen Gio, daß

blefe Rraft, bon A an, eine gewiffe Beif t bind burd gang gleichformig bliebe, und die Daffe m son ibrem Raben befreyt marbe, fo marbe biefe in ber Beit t, mit ber Gefdwindigfeit c, welche fie in A hat, gleichformig burch ein Stud AB Der Berührungelinie ben A fortgebn, jugleich aber durch die gleichformige Kraft f immer parallel mit AC fortgetrieben werben, alfo eine Parabel AE ju befdreiben anfangen. Es fen h der Raum. durch welchen ein Buntt von dieser Kraft f gleichfore mig befdleunigt in einer Gefunde aus der Rube fortgetrieben werden mochte, fo wird BE: h = t2: 1, alfo BE = ht2. Da wir ferner die Elementartraft der Sowere, als die Einheit ans febn, und g bie Sobe ift, welche ein burch fie aus der Rube getriebner Rorper in einer Sefunde durchfällt, fo ift f: 1 = h:g und h = gf, weil wir f als eine Elementarfraft anfebn wollen. Also wird BE = gftt; AB aber ift = ct.

Wir können aber durch seden unendlich kleinen Augenblick sede auch noch so ungleichsbrmige Kraft, also auch bier die Zentrakraft, als gleichsbrmig annehmen, da sich ihre Richtung in einem solchen Augenblicke nur unendlich wenig verändern kann. Ik aber t unendlich klein, so ist es auch AB, und noch mehr BE und BF. Denn BF = AD ist alsdann, wie Sie bereits wissen, ein unendlich Kleines der zwepten Ordnung, und BE = BF = gft². Run aber ist AD. DG = DF² oder, wenu man den halbmesser CA, r nennt: AD. (2 r — AD) = 2 r. AD — AD² = AB². Run ist AD in Ansehung AB, also auch AD², in Ansehung AB², unendlich stein.

 $= c^2 t^2$  und  $f = \frac{c^2}{s r g}$ . Die Totalfraft aber F wird, wenn die Masse m durch das Sewickt ausgedräckt wird, welches sie da erhält, wo die Elementarfraft der Schwere = 1 is,  $= \frac{mc^2}{2 r g}$ .

Da die Raffe m sich überall mit gleicher Gesschwindigkeit in ihrem Areise bewegt, so ist auch die Zentralkraft überall von gleicher Sroße. Läuft sie aber durch denselben Areis, ein Mal mit einer größern, ein Mal mit einer kleinern Seswindigkeit, so verhalten sich die Zentralkräfte in beiden Fällen, wie die Quadrate der Geschwindigkeiten. Gehn ferner zwen gleiche Massen in verschiednen Umkreisen gleich geschwinde, so verhalten sich ihre Zentrals kräfte umgekehrt, wie die Halbmesser der Areise. Sind endlich ihre Geschwindigkeiten um desto größer, je größer die Kreise sind, so verhalten sich die Zenstralkräste wie die Geschwindigkeiten. Alle diese Sätze lassen sich leicht, als unmittelbare Folgerungen der Gleichung F —  $\frac{m c^2}{2 r g}$ , übersehn.

Da die She a, ju welcher die Seschindigseit c gehört,  $=\frac{c^2}{4g}$  ift,  $^*$ ) so kann man unfre Sleichung auch so ausdrücken:  $F=\frac{2m}{r}$ . Ift also die Zenstralkraft der Schwere gleich, oder F=m, so wird 2a=r und  $a=\frac{1}{2}r$ , oder die Masse muß sich alsdann mit derjenigen Seschwindigseit bewegen, die sie im seeren Raume erlangt, wenn sie schwer ist, und

<sup>&</sup>quot;) Man fese ben drep und drepfigften Brief.

ans der Anhe frey durch den halben halbmeffer ihres Areises fällt. Und wenn sie diese Geschwindigkeit hat, so spannt sie ben ihrer Bewegung den Faden eben so kart, als sie ihn spannen würde, wenn sie als ein Sewicht lothrecht an ihm herunterhinge. In diesem Falle verhält sich die Umlausszeit durch den ganzen Umfreis T, zu der Zeit des freyen Falles durch den halbmesser desselben t, wie der ganze Umfreis zum Halbmesser, oder wie 2p:1. Denn der ganze Umfreis zum Halbmesser, oder wie 2p:1. Denn der ganze Umskreisist 2pr, und da die Bewegung gleichstrmig ist, so muß x:T=c:2pr, also  $T=\frac{2pr}{c}$  (in unserm Falle, wo 2 a oder  $\frac{c^2}{2g}=r$  ist)  $\frac{pc}{g}$  sepn. Run verhalten sich beym freyen Falle die Zeiten, wie die Geschwindigseiten. Daher ist x:t=2g:c und  $t=\frac{c}{2g}$ ; solglich  $T:t=\frac{c}{2g}$ 

 $\frac{p c}{g}; \frac{c}{2g} = 2p: 1.$ 

Wenn man Körper, so wie die Steine in einer Schleuder, in lothrechten Kreisen dreht, so hat ihr Sewicht auf ihre Schwungfrafte einen großen Einsstuß. Indessen lassen sie sich dennoch aus den bisher vorgetragnen Grundsätzen ohne viele Schwierigkeit berechnen. Wenn man ferner das obre Ende eines Fadens, der unten mit einem fleinem Sewichte bes schwert ist, besessigt, den Faden aus der lothrechs ten Lage seitwärts zieht und dem Sewichtchen einen Stoß giebt, so kann man es dahin bringen, daß der Faden sich als in der Oberstäche eines Kegels zu drehen anfängt, und das Sewichtchen immer zleichsörmig durch seinen Kreis sortläuft. Man

hat sogar Uhren auf die Art eingerichtet, daß fich ihre Bendel so tegelartig bewegen. 8

Co unbebeutenb übrigens bie Untersuchungen aber die Rreisbewegung folder Rorper, die an Sas Den befestigt find, bem erften Unblide nach, an fenn fdeinen, fo febr wichtig find fie in der That, weil fie bagu bienen, und von ben Schwungfrafs ten deutliche und richtige Begriffe ju geben, bie ben allen Rorpern, welche fich um gemiffe Uren bres ben, alfo auch bep unfrer Erde angutreffen find. Auch die Sowungmafdinen fonnen mit Rugen gebraucht werden, um Diefe Begriffe finnlich in machen. Sie baben gewöhnlich zwen magrechte Scheiben, welche burch ein mit einer Rurbel vers febnes Rad, vermittelft einer Schnur ohne Ende, Tebr fonell gebrebt werden fonnen. Auf ber Are C jeber Scheibe (Fig. 87) ift ein Lineal befestigt, und Dieses tragt durch die Auffate in D und E einen geraden Drath, der gerade über C meggebt, und daber einen Durchmeffer der Scheibe vorftellt. Man hat berichiedne burch ihren Mittelpunft durchbohrte Rugeln, Die man auf den Drat DE auffteden fann, und die fic auf ibm leicht bin und bet fcbieben laffen. Dat man nun grep folde Rugeln wirflich aufgeftectt, und fie mit einem feidnen gaden berbunden, fo bemerkt man, fo bald man die Scheibe brebt, daß beide Angeln unbeweglich bleis ben, wenn fich ibre Maffen umgefehrt wie ibre Entfernungen von C verhalten. Ift aber die eine Daffe größer, als fie nach Diefem Berbaltniffe fenn follte, fo entfernt fle fich fonell von C, und giebt Die andre Rugel mit fich fort. Berfcneibet man aber Den Raden swifden beiden Rugeln, fo entfernen fic beibe von C, es fen benn, bag bie eine vollig loths recht über C fande. 4

Wenn man, anstatt des Draths mit den Augeln, über C ein kleines Gefäß mit zwepen gläsernen Röheren auffett, welche etwas schief auffeigen, und sich in Augeln endigen, die auf den Auffähen in D und Ernfen, also etwas häher liegen als die Münduns gen der Röhren im Gefäße, so erhebt sich das Wasser, womit man des Gefäß ansüllt, durch das schnesse Umdrehen der Scheibe, und steigt durch die Röhren in die Rugeln, wo es sich sammlet.

Rehmen Sie, anstatt des Gefches mit den Abheren, eine einzelne oben und unten verschlosne Glass röhre, die Sie entweder mit zwezen stuffigen Mates rien don verschiedner eigenthumlicher Schwere, oder bloß mit Wasser, auf dessen Grunde ein Stucken Metall oder Glas liegt, oder auf welchem ein Stucke den Korf schwimmt, gefüllt haben. Besestigen Sie diese Röhre etwas schief auf dem Lineale, mit dem untern Ende nahe an C, mit dem obern auf dem Aufsase D oder E, und drehen Sie hierauf die Scheibe, so werden Sie sehn, daß die eigenthums sich schwereren Körper allezeit nach oben und die leichtern nach unten gehn; daß der Korf im Wassser füllt, und das Metall nebst dem Glase darik aussteigt.

Es laffen sich sehr viele Erscheinungen, die uns täglich vorkommen, sehr leicht begreifen, wenn man sich einmal mit dergleichen Bersuchen und ihren wahren Ursachen gehörig befannt gemacht hat. Bagens rader z. B. wersen den Roth weit um sich her, wenn man schnell auf einem naffen Boden sährt; und ein angeseuchteter Schleisstein, den man schnell ums dreht, sprist das Wasser umber, und eben das thut auch ein Areisel, wenn man, indem er sich schnell dreht, einige Eropsen dranf fallen läst. Bey der Wassermaschine des Vera sondert sich das Basser ebens

obenfalls burch Die Schwungfraft: von den Stricken ab. Wenn man inwendig auf einen Reifen ein Glas mit Baffer fest, und alebann ben Reifen loebrecht und fonell in Die Runde brebt, fo bleibt bas Glas in jeder Lage feft am Reifen bangen, und auch von dem Baffer gießt fich nicht Tropfen aus, weil die Schwungfraft, durch die fonelle Umdrebung Des Reifens, großer ale die Somere des Massers wird. So faubert man auch in befondern Mafchinen mit Flügeltadern vermittelft Der Somungfraft bas Korn, und fondert Die leiche tern Rorner von den eigenthamlich fcwerern ab. Denn indem beide vermifcht auf die Rlugel der Mas foine fallen, werden durch ibre fcnelle Umdrebung die schwereren Rorner weiter fortgetrieben als die leichtern.

Man kann Thiere todten, wenn man sie schnell in die Runde dreht, und ihr Kopf von der Are der Orehung weiter entsernet ist als der übrige Körper, weil man auf diese Urt das Blut und alle Safte ger waltsam nach dem Ropse treibt. Daher muffen wir den dem Ringelstechen und andern ähnlichen Spielen, der wir schnell in die Kunde gedrehet werden, oder uns schnell um einen seiten Punkt schwingen, dahin sehen, daß der Kopf nie durch einen größern Kreis laufe als der übrige Körper.

Anmerenngen.

2000m) Man Iamifruch: verfchiebaerundes Fakgenum genzant funfern Gielchungen ziehnzebavon ich einigt anfahren will.

a) 
$$T = \frac{2pr}{c}$$
 elfo  $T^2 = \frac{4p^2r^2}{c^2} = \frac{2p^2r}{gf}$ 

weil  $f = \frac{c^2}{2 r g}$  ift. Also verhalten fich ben gleichen Schwungtraften die Quadrate der Umlaufszeiten, wie die Palbmesser der Rreise.

b) 
$$T = \frac{pc}{g}$$
 also  $T^s = \frac{p^2c^s}{g^s}$ , wenn con 2 gr

ift, also auch  $\frac{T^2g}{2p^2} = r$ . Durch diese Gleichung findet man aus der Umlaufszeit den Halbmesser des Kreis ses, in welchem die Schwungfraft so groß ift als die Schwere.

- c) Bep gleichen Seschwindigfeiten und Rreisen verhalten fich die Schwungfrafte wie die Maffen's wenn aber die Seschwindigfeiten fich umgekehrt wie die Halbmeffer der Umtreise verhalten, so find die Schwungfrafte umgekehrt, wie die Würsel der halbs
- messer. Denn wenn  $c = \frac{\pi}{r}$  is, so wied  $f = \frac{n^{-\alpha}}{2 g r^{-\alpha}}$ .
- d) Wenn die Seschwindigfeit fich verbalt, wig der Salbmesser, so ist die Schwungtraft immer wie

m r. Denn F wird alsbann 
$$=\frac{mr}{2g}$$
.

2. Ich muß hierben einen Ganideraussehm; den ich kunftig erweisen werde: daß nehmlich ein schwes rer Punkt, der durch sein Gewicht in irgend einer krummen lothrechten Linie BFA aus B herabsteigt, (Fig. 145) in jedem Orte, als F, die Geschwindigkeit hat, welche der Sohe CG zusommt, durch die er gefallen ist; und daß er von tinsstem One A wieder die in E anssteiget, wenn E eben so hach über A liegt als B.

If nun ein Faben in C befestigt, an welchem in A ein fleines Gewicht lothrecht hangt, und man hebt den Faden gespannt auf, daß er in die wagrechte tage CB fommt, so beschreibt das Gewicht, wenn man es los läßt, den lothrechten halben Areis BAE, und hat in irgend einem Puntte F die der Sohe CG = x zusommende Geschwindigkeit. Seine

Schwungfraft  $F = \frac{2ma}{r}$  ist also hier  $\frac{2mx}{r}$ , und hat die Richtung CF. Sie wird aber noch durch das Sewicht des Körvers vermehrt. Wag dieses durch CA vorgestellt werden, so läßt es sich in die 2 Kräfte nach CH und HG zerlegen, wenn GH sentrecht auf CF ist. Bloß die Kraft Z nach CH verstürft die Schwungfraft. Es ist aber die Totals frast der Schwere = m und  $z:m = CH_1CG = CG: CF$ , weil die Drepecke CHG und CFG sich abnlich sind. Also wird z:m = CG: CF = x:r

and  $z = \frac{m x}{r}$ . Also ist die gange Kraft, durch

welche der Faden in F gespannt wird,  $=\frac{2 \text{ mx}}{r} + \frac{\text{mx}}{r}$ 

 $=\frac{3 \text{ m x}}{r}$ ; unten in A, wo x = r ift, = 3 m oder drepmal fo groß als das Gewicht des Körpers.

Anf diese Art steigt der Körper nur bis E, und sallt von da wieder jurud. Goll er durch den gans jen Rreis laufen, so muß er einen Stoß besommen, der wenigstens so groß ift, daß im hochsten Puntte D seine Schwungsraft der Schwere gleich, also = m wird. Rommt er hierauf don D nach A, so gehört der Zuwachs seiner Geschwindigkeit in A der hohe 2 r.

Seine Schwungfraft ift bier alfo um 2.ma ober, weil

hier a = 2 r ift, um 4 m größer als in D, also überhaupt = 5 m, oder fünf Mal so groß als fein Gewicht. Weil man nun in A noch das ganze Ges wicht des Körpers zur Schwungfraft hinzu nehmen muß, so wird hier der Faden überhaupt mit dem sechssachen Sewichte des Körpers gespannt.

3. Benn AC (Rig. 146) eine fotbrechte, B C eine magrechte Linie und AB der in A befestigte Kaden mit bem Gewichte ift, fo muß man dem Gewichte in B nach einer magrechten auf die Ebne ABC fenfrechi ten Richtung einen Stoß geben, Damit es einen mage rechten Kreis vom Salbmeffer CB = r beschreibt. Ift ber Stoß ju fomach, fo befchreibt es eine Art von Ellipse; ift er aber fart genug, einen Rreis. Berlangert man nun CB in E, AB in D und ift . BF so wie ED lothrecht, A Caber = e. so bat bas Bewicht, indem es burch feinen Rreis lauft, erfte lich die Schwungfraft nach BE = 2 ma, wenn a die feiner Geschwindigfeit jufommende Sohe bedeus tet; zwentens wird es durch fein Gewicht m nach BF Die aus Diefen beiden Rraften gufammens gefette Rraft muß eine Richtung BD baben, welche in die verlangerte A B fallt, wenn anders das Bes wicht einen Kreis beschreiben foll. Daber mirb BE:BF=r:e, alfo \_\_\_\_; m = r:eanda=\_\_\_\_. Die Zeie des Umlaufe T ift  $=\frac{2P_T}{c}$  also T==4per = per weil ce = 4ga ift. Danuna =  $\frac{r^2}{2e}$  iff, so wird  $T^2 = \frac{2p^2e}{g}$ . Iff r = e oder der

Wintel CAB von 45%, fo wird BE == BF ader Die Schwungfraft, so groß als die Schwere.

Da i:t² = g:2e iff, wenn t die Zeit des Hals les durch 2 e oder durch die doppelte Hihe des Kes gels ABC bedeutet, so ist t² =  $\frac{2e}{g}$ . Holglich ist  $T^2:t^2=\frac{2p^2e}{g}:\frac{2e}{g}=p^2:1$  und T:t

Ist der Winkel BAC = n, so wird AB = e cos. n-Da nun die Kraft nach BD, womit der Faden ges spannt wird, sich jum Sewichte m wie BD: BF' = AB: e verhält, so wird jene Spannungsfrast

 $=\frac{\mathbf{m}}{\cos \mathbf{n}},$ 

= p: 1...

Menn (Rig. 147) Die hobie Riade MAE, Die aus der Umdrehung der Parabel MA um ihre Are AN entsteht, so gestellt ist, dass die Are lothe recht flest'; and man giebt einer auf ihr irgendwo in' M liegenden fleinen Angel einen wagrechten Stoff, daß fie in ihr in einem wagrechten Rreife vom Salbe meffer PM berumlauft, fo wird and hier bie Rugel von ihrer Schwungfraft magrecht nach MD, und von ihrer Schwere lothrecht nach M.F getrieben. 36 nun MN fentrecht auf die paterbolifche Midde; fo' muß bid aus MD und MF jufdmmengefette Reuft' INFB in the verlängerte N IVF fallen, wenn fie burd Den Widerftand Der Flace-ganf vernichtet weiben; und die Ringel immer gleichftemig in ihrem iftelfe fortlaufen foll. - Rennt man ban AP, x. P.M. 3,... den Parameter der Are, p., tind Jieft man ble Bes. rabrungstinie: M.T. an IN auf Die berlangerte Ape, [6·据 p.x. 型的强(III Ciml. 204) w 2017] 本 2x, PN aber = ½ p, weil, wegen der ähnlichen rechtwinklichten. Dreyecke TMP, PMN, TP: PM = PM: PN ift. Run ift die Schwungfraft in M = 2 m a und sie verhalt sich zu m = MD: MF = PM: PN = y: ½ p. Daher wird pa = y² und a = x. Es muß also in jedem Punkte M die der Seschwindigkeit c zusommende obbe =

 $\frac{p^*y^*}{ga} = \frac{p^6x}{gx} = \frac{p^5}{g}, \text{ also allenthalben von-gleicher Größe, man mag die Rugel hinlegen, auf welchen Punkt man will.}$ 

AP fenn. Die Umlaufszeit. T ift = 2 p y und T's

4. Bon ben beiden Augeln A und B (Sig. 87) fängt die eine von diefer, Die andre von der andern Beite an, fich pon C in entfernen, fobald die Scheibe gebreht wird. Sie giebn alfo einander permittelft bes gabend, ber fie verbindet, wech feldweife. Run verbalten fich auf der Scheibe die Geschwindigkeiten in den vers fchiebnen Rreisen um C allenthalben, wie die Salbe meffer der Arcise. Alfo find die Schwungtrafte, mit welchen auch die Rugeln einander giebn, Berfaliniffe von mr (\_ Anmert, ). Berbelten: fich daber die Gewichte der Augeln umgefehrt, wie. thre Entfernungen non G. so sieht eine so fart, als die andren und beide bleiben in Rube. Ift aber bes einer das Arabuft imr größer, als bep der andern, fo sight jene diefe nach fic.

: Min wer die Bersuche mit der Schwungmaschine besser zu begreifen, stelle man sich auf ihrer Scheibe einen feweglichen Punte in A (Fig. 148) gang frep vor. Sobald die Scheibe um C gedreht wird, fangt der Punte any nach der Berührungelinie AB sorte

sugehn und fich alfo von C zu entfernen. Dadwech wächst seine Beschwindigkeit, weil alle Punfte beke Scheibe sich um desto schneller bewegen, je weiter sit von C entfernt find. Allein die Scheibe wirst in den bewegten Punft immer nach andern und andern Richtungen, nämlich immer sentrecht auf die Binie CA oder CB, welche von ihm nach C geht. Daher wird die Bewegung des Punfts nicht nur immer mehr beschleunigt, so lange er auf der Scheibe ist, sondern auch in ihrer Richtung beständig fort versändert. Der Punft geht also, da er in A nicht nach C gezogen wird, weder in dem Kreise AH, noch auch in der Berührungslinie AB fort, sondern er beschreibt eine besondre krumme Linie ADG, eine Art von Spirallinie.

Ift also eine einzelne Augel auf ben Drats der Scheibe aufgeftedt, fo wird fie ebenfalle, wenn Die Scheibe gebrebe wird; in einer gewiffen frums men Linie ADG mit beftelenigter Bewegung fortgebn. Aber in jedem Punfte D ibrer Baln bat ibre Bewegung die Richtung ber Anie DE," wel de Die Babn in D berührt. Gie fann alfe ift die zwed Gemegungen nach DB und DF aufger loft werben, davon die Richtung jener in Die vers langerte CD fallt, Diefer aber ihre auf GD fents Die lettre wird beständig durch ben rect ist. Biderfand bes Draths, welcher die Lage CD bat, wenn ber Punft in D ift, gang vernichtet, der erftern aber entfernt die Rugel fich auf dem Drathe von C. Und ba Diefe Bewegung ber nach DE abnlich ift, also immer mehr beschleunigt wird, fo wirft wirflich die Scheibe beftandig mit einer gewiffen Schwungtraft in den Punft und entfernt ibn immer weiter von C. Daber mers ben auch zwen Rugeln, Die nicht jufammenbans

gene von G farigeinichen, wenn man die Scheibe durft; Steht, abon eine Lugel genau mit ihnem Mittelpunfte, über C., fo. ist fein Sinand da, west halb sie sich wehr auf diese, als nuf jene Seite, pour C entsernen sollte, Sie bleibt also ben der Duchung der Scheibt gant, rufig.

- 5. Hier vertreten die Robren die Stelle des Draths. Da sie etwas geneigt find, so wird das Wasser durch sein Sewicht, als auf einer geneigten Ebne, in ihnen mit einer gewissen Araft, gegen C, herabyes trieben, Sobald aber die Sthwungfraft größer wird, uls diese Urt von Zentralfraft, so stellt das Wasser in die Augeln, weil es sich von C entsernt.
- o. Die Totalfraft des Schwunges verhält hich wie die Masse, so wie die Totalfrast der Schwere. Weichmin also dichter Könner durch ihr Gewicht im Wasse nach unten gese, weil die Richtung der Schwere nach unten geseichtet ist; eben so müssen der den der den Könner die dem ungeräfte getriahnen Könnern die dichter Masse, nach der Richtung dieser Kräste, welche dier nach oben gest, am schwellsen und weits sien im Wasser fortgehn, und die lacker bingegen, wenn sie sich gang im Physiser, besinden, sich jener Richtung, entgegen, also bier nach unten, begeben.

# Bollftanbiger und faglicher

# Unterricht

in ber

# Raturlehre.

In einer Reihe von Briefen.

Mit Rupfern.

Rene gang umgearbeitete Anflage.

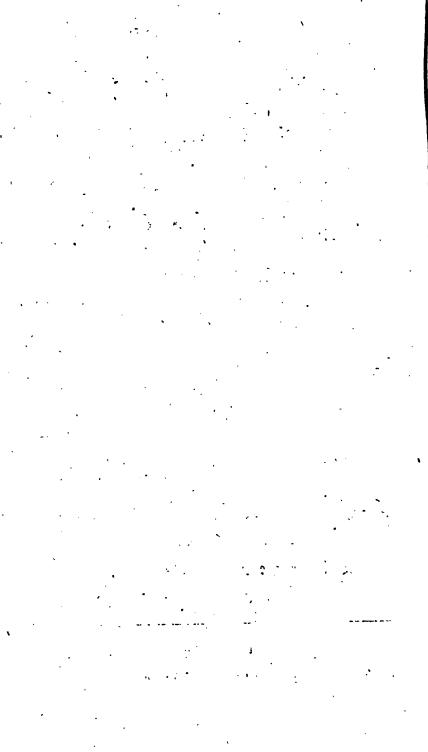
Bon.

Michael Sube, Seneraldirettor und Professor in Barfcau.

Bierten Banbes.

3 wente Abtheilung.

ben Gerg Joachim Gofchen. 1801.



## Inhalt bes vierten Banbes.

Zwente Abtheilung.

#### VIL Physische Aftronomie.

- Replerische Regeln. Zentralfrafte ber Planeten. Die Schwere gegen die Erde ift die Zentralfraft des Mons des. Wie sich die Zeiten bey jeder Zentralbewegung vers halten. Rrummungefreise. Warum und wie die Plas neten in Ellipsen gehn. 37. Brief. S. 3—20
- Allgemeine Schwere. Anziehn hoher Berge. Bie gans ge Korper und insbesondre Augeln angiehn. Bep ben lehtern kann man ihre Masse in ihrem Mittelpunkte bereinigt annehmen. 38. Brief. ©. 20 32
- Maffe und Dichtigkeit ber himmlischen Korper. Schwere auf ihrer Oberfläche. Mittelpunkt ber Maffe. Bes wegung solcher Maffen, die sich anziehn. Aufgabe von 3 Körpern. 39. Brief. S. 32—40
- Storungstrafte. Bariagion des Mondes, 40 Brief. S. 41 50
- Bewegung ber Apfiben ber Mondbahn. Evetzion bes Mondes. Wirtung ber himmeletorper auf einanber.
  41. Brief. S. 50 57
- Ertlarung ber Cobe und Fluth. 42. und 43. Brief.
  6. 57 74

Ertfarung und Berechnung bes Borrudens ber Rachts gleichen. 44. Brief. 6. 74 - 94.

### VIII. Bottfegung ber Dechanit.

- Die Sommgung. Das Petpetnum mobile. Die Rablinie. Gletchzeitige Linie. 45. Brief. S. 95 104.
- Einsaches Pendel. Einsaches physisches Pendel. Ser tundenpendel. Zusammengesehres Pendel. 46. Brief. S. 105 — 113
- Mittelpunkt ber Schwingung und wie man ihn findet. Maffenmomente. Mittelpunkt bes Stofes. 47. Brief. S. 113 — 124
- Punft ber größten Birtung. Adberuhren. Berbindung bes Pendels damit. Pendel zwischen Rablinien. Die hemmung. 48. Brief. S. 125 — 133
- Englischer Salen. Zeit der Schwingung in Kreisbogen. Die zeittärzeste Linie. Roftformiges Pendel. 49. Brief.
  S. 133 146
- Schwingungen elastischer Körper. Taschenuhren. Troms mel. Schnecke, Unruhe und Spiralfeber. Zeitmeffer. Seitmeffer. Bie man die geographische Lange eines Orts sindet. 50. Brief. S. 146 154.

### IX. Physische Geographie.

- Relative und absolute Schwere auf. ber Erdfugel. Univeranderliches Pendel. Physisches einfaches Pendel jur Beobachtung der relativen Schwere. 51. Brief. S. 155—162
- Erfahrungen über die Abnahme der Schwere. Schwungs fraft unter der Linie. Hupgens Sppothefe. Rewtons Berechnung der Geftalt der Erde. Die Erdingel was fluffig. 52. Brief. S. 163 — 174
- Abplattung ber Erbe läßt fich burch Rechnung nicht bes fimmen. Bie man einen Grab ber Erbe mißt. Bergieichung ber gemefinen Grabe. Berechnung bes

Berhaltniffe iber absoluten Schwere unter ber Linie und unter bem Pole. Abplattung ber Erbe. 53. Brief.

6. 174-190:

### X. Fortsegung ber Mechanif.

- Drehung ber Körper. Aeußerliche und innerliche Sewes gungen. Jene sind entweder fortgehende ober drehende, ober aus beiden zufammengesehte. Winkelgeschwindigs keit. Freye Aren. Jeder Körper hat wenigstens brey freye Aren. 54. Brief. S. 190 — 197
- Frepe Aren einer Afterlugel. Etzentrifder Stoß bringt Drehung hervor. Wie man die Große der lettern findet. Etzentrifder Stoß, den die Erdlugel im ersten Anjange erhalten hat. Ursprung der Planeten. 55. Brief.

  6. 197 205
- Unblegfamteit ber Seile. Reibung. Sie ift von ber erften ober zweyten Art. 56. Brief. S. 205 213
- Moment der Meibung. Sodometer. Eribometer. Größe ber Neibung. 57. Brief. S. 213 220
- Größte Reibung ber Rube. Bey Rorpern, Die fich bres ben. Relbung ber Bewegung. 58. Brief. C. 221-228
- Reibung der Bagen und Raber. Reibung eines Sebels. Bortheilhattefte Richtung der Kraft bey Körpern, die fich reiben. Gleichgültige Maffen. Ueberwucht. 59. Brief.
- Der Stoß; ber gerade und schiefe. Bewegung bes Stoßts.
  Stoß unelastischer Körper. Stoßmaschine. Alle Körper werben durch ben Stoß zusammengebruckt. Stoß elastis scher Augeln. 60. Brief. . S. 242 250
- In elaftischen Körpern ift bie Beranberung burch ben Stoß boppelt fo groß, als in unelaftischen. Wie elaftische Körz per abspringen. Liefe ber Löcher, welche sallenbe Korz per machen. Balliftische Penbel jur Prafung ber Ges fowindigteit ber Flintentugeln. 61. Brief.

D. 250-265

#### XI. Snbraulit.

- Musfluß bes Baffers burch eine kleine Deffnung. Zusams mengezogne Bafferaber. Naturlicher und wirklicher Anss fluß burch 28cher und Robren. 62. Brief. S. 265-277
- Springbrunnen. Reibung bes Baffers. Bie fie fich vers balt. Ihre Berechnung. Beftatigung burch Erfahrungen. Lauf des Baffers in gluffen. 63. Brief. S. 277—294
- Druck des fließenden Wassers ruhrt größtentheils von der Reibung her. Druck in Kandlen und in Rohren. Segs nerische Maschine. Wellenformige Bewegung des Basserfers. 64. Brief. C. 294—303
- Stoß des Baffers auf große Conen und auf kleine. Zens traler gerader Stoß. Etzentrifcher gerader Stoß. Uns begrenztes und begrenztes Baffer. Geschwindigkeit des Stoßes. Unterschlächtige Bafferrader. Effett einer Mas schine. 65. Brief. S. 303—311
- Größter Effett eines unterschlächtigen Rabes. Schiefer Basserftoß auf eine große und auf eine kleine Flache.
  Stoß auf zugespiste Körper; auf Augeln. Stoß ber Luft. Biberftand ber Luft. Berechnung beffelben und Vergleichung ber Rechnung mit ber Erfahrung. 66. Brief.

  8. 311 327
- Bindmublenflugel. Ihre beste Einrichtung nach der gemets nen Theorie. Sie ist der Erfahrung nicht gemäß und unrichtig. Stellung der Segel auf Schiffen. Barum oft schief aufs Baffer stoßende Körper springen. Eins dringen der Körper ins Wasser nach einer schiefen Riche tung. Windmesser und Strommesser. 67. Brief.

**⊘.**. 328 — 339.

#### XII. Afustit.

Tone ber Salten. Tonmesser. Bie sich bie Tone verhalten. Rlang. Grundton. Seine Intervalle. Temperatur. Berechnung ber Zeit, in welcher sich eine allenthalben gleich bide Salte schwingt. Schwingungenoten. Dars monische Tone. 68. Brief. S. 340 — 351 Bindharfe. Riefenharfe. Längentone. Pfetfendie verhale ten fich wie die Längen der Pfetfen. Gebelte Pfetfen tonen eine Ottave tiefer. Bie diese Tone entstehn und Ursache ihrer Berschiedenheit. Längentone der Pfetfen. Tone unbiegsamer Korper, wie sie fich von Salwntonen unterscheiden. Klang der Gloden. 69. Brief.

**⊙**. 352 — 360

- Schwingungen unblegfamer feberhavier Körper; wie ihre Schnelligkeit junimmt. Schwingungen ungleichartiget Körper. Schwirrende und geddinpfte Tone. Dicke uns biogfame Körper geben weiter keinen Klang sondern einem bloßen Schall. Warum ein Schlag oft viel kraftiger ift, als ein Druck. Schall fluffiger Körper. Knall eines Gewehrs und einer Peitsche. 70. Brief. S., 360—368
- Große Berichiedenheit eines ichnellen und langsamen Storfes. Fortpflanzung des Schalles. Sie geschieht nicht durch Luftwellen. Merkwürdige Erfahrung zur Erklarung der Fortpflanzung des Schalles. Der Schall geht immer in gerader Linie fort. Seine Schnelligkeit hängt bloß von der Federkraft der Lörper ab, und er geht deß halb gleichfermig fort. 71. Brief: S. 369—376
- Geschwindigkeit des Schalles in der Lust und in andern Rerpern. Im Nether tann fich das Licht nicht so sorts pflanzen, wie der Schall in der Lust. Warum der Schall sich nach allen Richtungen hin verbreitet. Wie er zus rückgemorfen wird. Brüllen des Donners. Sprachzims mer. Sprachrohr. Der Nachhall und das Echo. 72 Brief.
- Einfaches und vielfaches Cho. Ein farter Schall erschits tert alle Körper, ein schwacher nur die harmonischen. Meetwarbiger Versuch mit gespannten und harmonischen Saiten. Die Ursache dieser Ersscheinung. Bersprengung eines Glases durch Schreyen. Mesonanzboden. Musikalische Tone wie sie sich von ans dern Tonen unterscheiden. Grund aller Harmonie. Falssche Meinung von dem Borzuge einfacher Berhältnisse. Doppelschläge der Intervalle. 73. Brief. S. 384—392
- Starte bes Schalles. Barum ber Schall gefcwacht wirb, wenn er aus ber Luft burch andre Rorper gebt: Barum

oft Biele von gleicher Sibe ober Liefe fo verschieben find. Auch der einfachfte Ton ift fehr gusammengefest. Artifutirte Tone. Wenschliche Stimme und Stimmribe. Erstaunende Zeinheit derfelben. Sorrohr. Das Ohr. Trommelfell. Enflachische Rohre. Labyrinth. 74. Brief.

# KM. Allgemeine Gigenschaften ber Rorper.

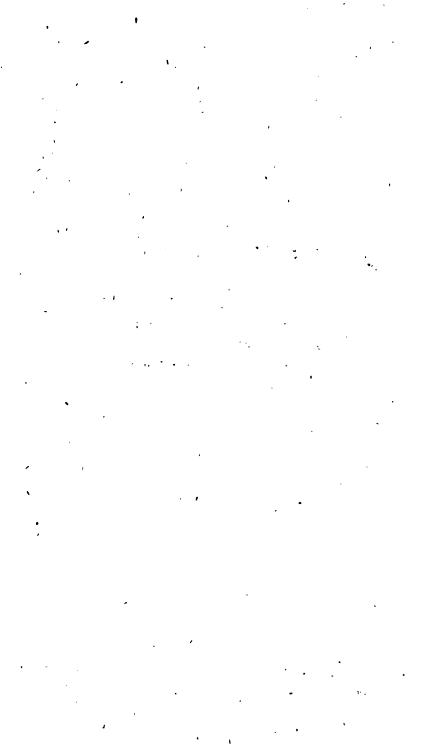
- Andednung ber Körper. Ihre geometrifche und physis siche Theilbarteit. Erftaunende Feinheit ihrer Theils den. Bestandtheils und Grundtheile. Elemente. Zers legung der Körper und mechanische Theilung. Dicht tigteit der Körper. Sie enthalten unglaublich wenige Materie. Zurucftogungstrafte. Warum sie und dicht scheinen. 75. Brief.
- Aufammenhang der Reper. Ihre hatte und Weiche. Abs foluter und relativer Zusammenhang. Bep weichen Araften Körperzerreiffen. Faliche Meinung des Muffhens broet. Sprobe Körper. Balten werden durch große Lasten geschwächt. 76. Brief. S. 409 417
- Berfuce des Buffon. Warum langre Balten viel schwas der find als turzere. Wie die Zestigkeit der Balten mit ihrer Breite und Sohe zunimmt. Beste Korm der Balten. Die Undurchdringlichkeit der Körper was sie ist. Die Luft hat auch diese Eigenschaft, ods gleich wir uns in ihr frey bewegen. 77. Brief.

XIV. Regifter über alle vier Banbe.

8. 425. u. s. w.

# Physikalische Briefe.

Bierten Banbes zwente Abtheilung.



### Sieben und Brenfigfter Brief.

Nunmehr find Sie, wie ich glaube, im Stande, fich von den Grundsaben der physischen Aftronomie und von den großen Entdedungen Newtons im dieser Wiffenschaft deutliche Begriffe zu machen. Laffen Sie uns alfo zu ben Bewegungen der himms lischen Körper zuräcktebren, und die Ursachen ders selben umftändlich untersuchen.

Die Rreisbewegung folder Daffen obne Schwes re, welche befiandig nach einem gewiffen feften Bunfte bingezogen werben, bat mit ber Bewegung ber Planeten um die Sonne, beren Bahnen ebens faus bennahe freisformig find, eine große Mehns Hofelt. Benn Sie nach ben Kormeln meines lets ten Briefes die Umlaufszeit einer folchen Daffe berechnen, fo werden Ste finden, bag ihr Quas brat fich allegeit gerade wie der Salbmeffer ihres Rreifes, und umgefehrt wie ihre Schwungfraft, oder, welches einerlen ift, umgefehrt wie ihre Bene tralfraft, verbait, ' Berhalt fic alfo jeues Quas drat der Zeit and wie der Barfel des Salbmefe fers, ober ber Entfernung vom Mittelpuntte ber Rrafte, fo muß bie Zentralfraft fic umgefebrt wie bas Quabrat Diefer Entfernung verhalten, und in der doppelten Entfernung vom Mittelpuntte vier Mal, in ber brepfachen neun Mal u. f. w. fowacher fenn, als in ber einfachen.

Ren aber hatte Repler gezeigt, daß fich die Quadrate der periodifchen Zeiten der hauptplaneten wirflich wie die Barfel ibrer mittleren Entfernuns gen bon ber Sonne berhalten, und Diefee Bers baltnif ift nachber durch alle neuere Beobachtune gen immer mehr beftatigt, und auch in Unfehung ber Trabanten eines und ebendeffelben Sauptplas neten, wenn man fie unter fich vergleicht, vollfommen richtig befunden worden. gemeine Befes der bimmlifden Bewegungen ift Das britte und lette unter ben fogenannten Reples rifden Regeln. Repler entbectte es querft 1618, und Remton folog baraus, bag Die Bentralfrafte ber Planeten fich wahrscheinlich, umgekehrt wie Die Quadrate ihrer mittleren Entfernungen vom Mittelpunfte der Conne, und Die Bentralfrafte der Trabanten, umgefehrt wie die Quadrate ibrer mittleren Entfernungen vom dem Mittelpunfte ibres Dauptplaneten verbalten.

Indem Remton auf Mittel fann, Diese bochk wahrfceinliche Bermuthung ju prufen, tam er glacks Ucher Beife auf ben Gebanten, daß die Zentralfraft Des Mondes unftreitig nichts weiter fenn fonne als Diefelbe Rraft, melde wir auf der Etde Die Araft Denn ba fich ber Mond eben ber Schwere neunen. fo um die Erbe, wie diese um die Sonne, bewegt, fo muß, wenn die Zentralfrafte der Planeten, rund um ibre Mittelpunfte berum, um befto mehr abnehs men, je größer die Quadrate ber Entfernungen werben, fo muß, fage ich, bie Zentraltraft bes Mondes allenthalben um ben Mittelpunft bet Erde berum, also auch auf der Oberfläche ber Erde, angutreffen, und bier um fo viel ftarter fenn, als bas Quadrat ber Entfernung ber Oberfläche vom Mittelpunft der Erbe fleiner ift, als bas Quabrat der mittlgren Entfernung bes Mondes. Men aber tennen wir aberall auf der Erbffache bie Schwere

als eine nach dem Mittelpunkte der Erde getichtete Araft. Also muß unsehlbar fie die Zentralkraft senne durch welche sich der Mond bewegt. Man sagt, daß Rewton die Richtigseit dieser Schlusse juerft recht lebhaft fühlte, als in einem Garten, in welchem er nachdenkend ganz allein herumging, ein Apfel don einem hohen Baume auf ihn siel. Er fragte sich ben dieser Gelegenheit selbst, wie hoch sich mohl die Araft der Schwere über der Erde erstrecke. Auf den Sipfeln der höchsten Berge seh sie noch eben so gut anzurress sen, als auf den höchsten Aesten der größten Bäume, warum sollte sie nicht auch in der Gegend des Mons des sen?

Remton überzeugte fich in ber Rolge burch eine genaue Berechnung, bag bas Befet von ber Abnaha me ber Zentralfrafte, in bem umgefehrten Berbalts niffe ber Quadrate ber Entfernungen von ihrem Mits telpunfte, ben bem Monde wirflich Statt findet, wenn man namlich annimmt, daß die Rraft unfrer Schwere fich bis in Die Gegend bes Mondes erftredt. Der Mond ift, wie Sie miffen, ind Mittel gegen 60 mittlere Salbmeffer ber Erde von ihrem Mittel. puntte entfernt. Wenn man feine Bahn als einen Rreis anfieht, und weiß, daß er ins Mittel, in einer Minute Beit, faft genau burch 33 Sefunden feiner Bahn geht, welches fich leicht aus der mittles sen Zeit seines gangen Umlaufs finden läßt \*), so fann man berechnen, wie groß Diefer Bogen von 33 Sefunden ift, wenn man die mittlere Große des. Nathmeffere der Erde fennt. Diefe beträgt aber nach ben ficherften Reffungen 3272497 Parifer Rlafter, und fo groß ift ein Bogen von 57 Graden 17 Dis nuten 44,8 Gefunden eines mittleren Meridians den

<sup>\*)</sup> Man febe bie Labellen bes zwanzigften Briefes.

Erbe \*); ein gleicher Bogen aber ber Mondbabn ift. 60 Mai fo groß. Alfo balt ein Bogen von 33 See funden der Mondbahn 31410 Klafter. Die mittlere Befdwindigfeit bes Mondes in feiner Babn, ober ber Raum c, ben er ins Mittel in einer Sefunde Durchlauft, beträgt baber 523,5 Parifer Rlafter. Wenn man den mittleren Salbmeffer der Mondbabn, der 60 . 327,2497 oder 196349820 Rlafter bes tragt, mit bem Quabrate jener Gefcwindigfeit theilt, fo erhalt man 716,4. Da nun die Sobe des Kalles in einer Gefunde, oder g, auf der Erbe ins Mittel 2,514 Rlaftern beträgt, alfo 2 g = 5,028 Rlaftern ift, so wird 716,4 . 5,028 = 3602. permoge der gormeln meines legtern Schreibens, f, oder die Zentralfraft des Mondes, = c.

1 / fast gang genau; und da hier von der Eles 3600 mentartraft die Rede ist, die Elementartraft der Schwere aber = 1 angenommen wird, so verhält sich f zur Kraft der Schwere auf der Erdsiche, wie 1:3600 oder wie 1 zum Quadrate von 60, also umgekehrt, wie das Quadrat der mittleren Entsers nung des Mondes zu dem Quadrate der mittleren Entsernung der Erdsiche vom Riftelpunkte der Erde.

Runmehr ftellte Rewton allgemeine Unterfuchungen über die Zentralbewegungen an, ben welchen die Körper, ohne eben immer einerlen Entfernung von einem gewiffen festen Puntte zu behalten, bennoch beständig durch eine besondre Kraft nach demfelben getrieben wurden. Er fand zuerst, daß die zwepte Replerische Regel, die Sie schon kennen, daß nämlich

<sup>&</sup>quot;) III. Ginleit, 194.

Die Ausschnitte, welche eine bon bem bewegten Abro per nach den Mittelpunfte der Rrafte gezogne gerade Linie, ober der gabrer, mabrend ber Bewegung bes Rorpers, durchlauft, fic allemal wie bie Zeiten vers balten, in welchen ihre Bogen burchlaufen werden, baß, fage ich, biefes Gefes ber allen bergleichen Bentralbemegungen Statt finden muffe. wurde die Babriceinitchfeit, bag alle bimmlifche Rorper fich burch Zentralfrafte bewegen, noch viel Denn nehmen Sie an, bag ein Bunft (Sig. 32) in A eine gemiffe Bewegung nach der Bes rabrungslinie AF erbalt, und blog badurch, daß er bierauf beftåndig bom Buntte C. gleichfam angegos gen wird, die frumme Babn ADB durchläuft. Diefe wollen wir und als ein Bieled von unendlich vielen geraben Geiten vorftellen. Allenthalben nams' lich mogen in unendlich naben Punften ber Babn A. D. K u. f. w. Berubrungelinien gezogen fenn, die in andern Ponften E. G u. f. m. jufammens fofen. Alsbann aber muffen wir auch fegen, bag ber' Bunft G nicht in einem fort, fonbern flogweise wirft, und dem bewegten Rarper die Bewegung, welche er in ihm eigentlich nach und nach in ber unendlich fleis nen Beit erzeugt, ba er 1. S. AD burchlauft, in der Mine diefer Beit, wenn ber Rorper in E ift, auf einmal mittheilt. Go wird die erdichtete Bewegung in den Berührungelinien, von der mabren in ber frummen Linie, fowohl nach ber Richtung als nach der Gefdwindigfeit, allenthalben nur unendlich mes nig verschieden sepn, so daß man ohne Bedenten die cine fur die andre fegen fann.

Sefest also, der Korper hat in A nach F die Geschwindigkeit, in der Zeit at durch AE ju gehn, und geht auch wirklich durch AE, fo warde er in einem gleichen folgenden Zeittheilden in berfelben

3

Linie fortfabren durch EF = AE ju gebit ... Wenit er nicht in E bie Bewegung EH. nach C bin, ere Er geht also jest durch die Diagonale, ED Bielte. bes Parallelogrammes EHDF, und fommt for nach 2 dt, in D. Bieben Sie FC und DC, und Sie begreifen leicht, das die Drepede EFC und EDC weil fie zwifden ben parallelen Linien FD. EC ftebn, und einerlen Grundlinie E.C baben, einander gleich find \*). Run ift aber auch bas Drepect A.CE. bem Drepecte ECF gleich, weil beibe Drepecte eine gemeinschaftliche Sobe Baben, wenn man aus C auf die verlangerte FA eine fenfrechte Linie fallen laft, und weil AE = EF ift \*\*). Also find auch die Ause fonitte ACE und ECD einander gleich, ober ACD ift = 2ACE. Im britten dt gebt bes Bunft in der Berührungslinie EDG gleichformig fort von D nach G; DCG ift = ECD, und alfo A C G = 3 A C E. In G erhalt ber Punft wiedet eine Bewegung nach C, und gebt baber in ber Diagonale GK, welche ben K bie Babn berührt. Satte er diefe Bes wegung nicht erhalten, fo murbe er, am Enbe bes vierten dt, in I gewesen senn, wenn GI = G'D = DE ift. Aber es ift bier wieder GCK = GCF = DCG = ACE, also ACK = 4 ACE. Und fo lagt fich vom gangen Ausschnitte ACB geis gen, daß er eben fo viele unendlich fleine gleiche Auss schnitte, wie ACE, enthalt, als die Zeit t, in welcher fein Bogen AB durchlaufen wird, Theilden bate Die alle = dt find, und baf der Rubrer in febens gleichen unendlich fleinen Zeittheilchen dt burch einen Ausschnitt gebt, ber = ACE ift. In Et gebt er durch die Salfte, in It durch ben vierten Theil

<sup>\*)</sup> III. Einleit. 47.

<sup>\*\* )</sup> III. Einlett. 45.

bes gangen Unsichnitts ACB; mit einem Borte: Die Zeiten, in welchen verschiedne Bogen burchlaus fen werden, verhalten fich allemal, wie die Aussschnitte, welche der Führer indeffen beschreibt.

Dieraus folgt unmittelbar ein andrer Sat in Aus febung ber Gofdwindigfeiten ber Zentralbewegungen: Menn namlich (Rig. 134) ben A ber Aubrer FA fentrecht auf die Babn und AM ein unendlich fleis nes in ber Beit dt mit ber Geschwindigfeit k bes foriebnes Stud berfelben ift, fo wird AM = kdt und der Ausschnitt AFM, weil man AM als ger rade ansehn kann, = & AF.AM = & bkdt \*), weil ich annehme, baf FA = b ift. Befdreibt nun der bewegte Bunft an irgend einem andern Orte D, wo der gabrer fchief auf der Bahn fiebt, in berfelben Beit dt. mit ber Gefdwindigfeit o ben Bogen Dd. und ift EP = u eine aus F fenfrecht auf die Berührungslinte DP gejogne finie, fo wird Dd = cdt und ber Ausschnitt DFd = FP. Dd = Jucdt. Da nun beibe in gleichen Zeiten befdriebne Ausschnitte einander gleich find, fo wird bk = nc. Es verbalten fich alfo die Gefdwins Digfeiten in verfchiednen Stellen der Babn überbaupt umgefehrt wie die aus bem Mittelpuntte der Rrafte fenfrecht auf die Berabrungslinten an jenen Stellen gethauen geraben Linien.

Random Rewton diese Untersuchungen über die Zeit und Geschwindigseit der Zentralbewegungen ges endigt hatte, ging er noch weiter. Er betrachtete einen Kupper, der um einen in dem Brennpunkte seiner Bahn besindlichen Mittelpunkt der Arafte eine Elipse beschreibt, und fand, durch halse der höhern Geometrie, daß diese Krafte sich alebann nothwendig

<sup>\*)</sup> III. Einleit. 66.

allemal, umgefehrt wie die Quadrate der Entsetz nungen des bewegten Körpers von jenem Mittelpunkt te verhalten muffen. Er bewies (fig. 22), daß die nach F gerichtete Kraft in D sich zu der in A, wie AF \*: DF \*; zu der in B, wie BF \*: DF \* n. s.w. verhalt. Da nun die genauesten Beobachtungen zeigten, daß alle Planeten wie Kepler es schon aus den Geobsachtungen des Locho Brahe geschlossen und zuenst bes hauptet hatte, sich in Ellipsen bewegen, in deren Brenupunkte die Sonna sich besindet, so folgte ganz augenscheinlich, daß sie imgesammt durch Bentrals kräfte, die sich umgekehrt wie die Quadrate der Entssernungen, rings um die Sonne her, verhalten, gegen diese getrieben werden.

Rachber jeigte Johann Bernsulli auch Die Babrheit des umgefehrten Gages, daß namlich eine geworfne Maffe, Die bon einem Dittelpunfte der Rrafte in dem umgefehrten Berbalbuiffe ber Quadrate der Entfernungen von diefem Bunfte anges jogen wird, nothwendig allemal eine Ellipfe, Barabel ster hoperbel, mit einem Borte: einen Regels fc nitt, befdreiben muffe, und daß ber Mittelpuntt der Rrafte, allezeit in den Brennpunft des Regelichnitts Daburd mutbe nicht nur die fogenannte falle. erfte Replerische Regel von der ellistischen Korm ber Planetenbahnen befraftigt, fondern auch bet Sat, daß alle himmelefbryer um bie. Some bet mit Rraften, die fich allenthalben umgefebes wie die Quadrate der Entfernungen verhalten, gegan Die Sonne getrieben werden, gant außer allete Zweifel gefest. +

Unmerkungen.

r. Denn ba 
$$T^z = \frac{2p^2r}{gf}$$
 ift (35 Brief

A Nrm. a)), und  $2p^2$  und g bekändige Erdfen find, so verhält sich  $T^2$  immer wie  $\frac{r}{f}$ , gerade wie r und umgesehrt wie f. Es ist also  $f = \frac{2p^2r}{gT^2}$ . Bers hält sich nun  $T^a$  wie  $r^5$ , oder ist  $T^2 = nr^3$ , ins dem n irgend eine beständige Zahl bedeutet, so ist  $f = \frac{2p^3}{gnr^2}$ . Die Zentralkraft verhält sich also in diesem Kalle, wie  $\frac{r}{r^2}$ , umgesehrt, wie das Quadrathon r.

2. Man fann diefelbe Sache noch auf eine andre Da  $f = \frac{c^2}{2 rg}$ , also  $2 rgf = c^2$  is, so wird, wenn f ber Schwere gleich, also = 1; r aber dem mittleren Salbmeffer ber Erdfugel, oder 3272497 Rlaftern, und 2 g oder 5,028 Rlaftern gleich ift, c° = 16454115, also c = 4056,5 Rlaftern. Mit diefer Geschwindigkeit mußte man also eine Rus gel von der Spige des bochften Berges abichießen, wenn man wollte, daß fie nicht auf die Erde fallen, fondern im leeren Raume beständig um fie, burch Die Schwere getrieben, herumlaufen follte. Die Ums laufsjeit derfelben T = 2 pr wurde, da p = 3,14159 ift (III. Einl. 123), 5069 Sefunden, oder I Stunde, 24 Minuten 29 Sefunden betras Run macht der Mond feinen mittlern Umlauf um die Erde in 27 Tagen 7 Stunden 43 Minuten 11,5 Sefunden (20 Brief 2 Anmerf.) ober in 2360584,5 Sefunden. Theilt man diese Bahl mit ber erften, fo ficht man, daß fich die Umlaufszeiten jener Rugel und bes Mondes, wie 1:465, verhalten. Die Quadrate berfelben 1: 216225 verhalten fic faft volltommen, wie die Burfel der Entfernuns gen, obet wie 1:603.

3. In feber frummen Linie fann man, wo man will, drep Puntte mablen, die nicht in einer geras ben Linie liegen. Durch jeden folche bren Punfte fann ein Rreis geben, deffen Rrummung, ben nas ben Punften, Der Krummung ber Linie, Die er er durchschneibet, um defte naber fommt, je nabet jene Punfte an einander rucken. Gie fonnen alfo wenn man immer mehrere und mehrere Rreife Durchgebn läßt, einander unendlich nabe tommen, oder, welches einerlen ift, an einer ges wiffen Stelle gufammenfallen. Un Diefer Stelle bat Die Linie mit dem Rreise, welcher durch die drev Puntte geht, einerlen Rrummung, und fein an bret Rreis fann zwifden jenem Erammungsfreife und ber frummen Linie burchgebn, weil burch bret gegebne Puntte fich nur ein einziger Rreis bes forciben laft. Man fann also jede frumme Linie so anfehn, als wenn fie gang aus unendlich fleinen Rreisbogen gufammengefest mare, und jeder Punft ber, burch Bentralfrafte getrieben, eine frumme Bahn durchläuft, fångt in jeder Stelle an, fich in dem ju diefer Stelle geborigen Rrummungefreife ju bewegen, daber man auch nach ber oben gegebnen Formel  $f = \frac{c^2}{2gr}$  seine Zentralkraft an jedem Orte

finden fann, wenn man nur den Rram mungsbalbs meffer r, ber ju biefem Orte geboret, fennt. If Die Richtung ber Zentralfraft an jenem Orte nicht fentrecht, fondern ichief auf die Babn, fo muß man fe naturlic allemal geborig aufibfen.

Stellt man fic baber in irgend einer frummen Linte (Rig. 149) KBM, dren unendlich nabe Punfte A, B, D in gleichen Entfernungen bor, fo, bag AB = BD ift, fo mußte man, um ben ju B geborigen Mittelpunft ber Rrummung ju finben AB und BD in zwen gleiche Salften theilen, und aus ihren Mittelpunften zwep auf AB und BD fenfrechte gerade Linien jufammenzichn (III. Eins leitung 78). Man fann aber auch aus B bie BC auf DB, und aus A die AC auf AB fenfe recht giebn, weil ber Bunft C, wo fie fich burde foneiben, ba AB und DB unendlich flein find, nur unendlich wenig von bem mabren Mittelpunfte ber Rrummung entfernt fenn wird. Man verlangre die durch A und B, wie auch durch B und D gebenden Gebnen, und giebe aus einem gegebnen Dunfte F die Linien FG und FH fenfrecht auf fie, auch verlangre man FA in E, bis an die Sehne HDBE. Befdreibt man nun außerdem aus F die fleinen Bogen Dd, Bb, fo wie aus B den fleinen Bogen Aa, so wird Fd = FD, Fb = FB und BA = Ba, ber unendlich fleine Wintel aber EBA ift = ACB, weil ABC mit ACB, fo wie mit EBA, einen rechten Winfel macht.

Will man also an jede Stelle der frummen Linie KBM, als B, aus F eine gerade Linie FB, und eine auf die zu B gehörige Tangente senkrechte Linie FH ziehn, um beide Linien unter sich zu verzieichen, so nenne man FB, y, und FH, u; den Bogen der krummen Linie aber selbst s. Es ist alsdann DB = AB = ds und Bd wie auch Ab = dy. Wollte man du genau sinden, so maste man aus F mit dem Halbnesser FH auf FI einen Bogen ziehn. Da aber der Punkt, wo

Diefer die FI durchschneidet, nur um ein unends lich Rleines der zwenten Ordnung von I, dem Durchschnittspunkte der Linien FG und BH, ents fernt ift (34 Brief), so wird GI = du.

Da man nun die kleinen Bogen Dd. Bb. Aa ale gerade auf ihre Salbmeffer fenfrechte ginien ansehn fann, so find BdD und BFH als abns liche Drepede in betrachten. Daber wird DB: Bd = BF : BH, also  $BH = \frac{ydy}{Aa}$ ; und da BH und BG nur unendlich wenig verschieden find, is if and BG =  $\frac{y dy}{ds}$ . Kerner Die Drenecke BGI und BAa einander abulich. Daber wird BG : GI = BA ; Aa, und Aa du.dsº Endlich find auch die Drevecke v d y BAa und BCA einander abnlic. Daber erbalt man BA: Aa = BC: BA, also BC, ben halbe meffer der Krummung ben B,  $=\frac{y\,d\,y}{d\,n}$ .

Rimmt man jeso an, daß eine Maffe, indem fie die frumme Bahn KBM durchläuft, beständig nach F getrieben wird, so verhält sich in jedem Punkte B ihre Seschwindigkeit umgekehrt wie FH oder u, und FB ist der zu B gehörige Führer. Die Kraft aber nach F kann man in zwey Kräste: eine Lang en zialkraft nach der Langente BH, und in eine Rormalkraft nach der Richtung BC, ausidsen. Die lettre f verhält sich, zu der ganzen Kraft v nach F, offenbar wie die Rors mal FH = u, zum Führer BF = y, welches man deutlich sieht, wenn man um BF das besannte. Parallelogramm der Kräste beschreibt. Die Wasse

Wenn aber F der Brennpunkt einer Ellipse, a ihre große Are und p der Parameter derselben ist, so wird u° y — au° + ½ apy = 0 (III. Einseit. 218) und dieselbe Gleichung gilt sür alle Regelschnitte. Also ist u° = ½ apy, und a—y, und 2 udu = ½ a° pdy (III. Einseit. 238. 239).

Also wird, da a—y = ½ apy ist, 2 u du = ½ a° pu<sup>4</sup> dy und du = 2 u<sup>8</sup> dy golglich ist in den Regelschnitten v = n° du = n° du = py° das in jedem Regelschnitte, der durch Zentralstässe daß in jedem Regelschnitte, der durch Zentralstässe beschen wird, sich diese Krässe überaß umges

fehrt, wie die Quadrate der Entfernungen y bom Mittelpunkte der Krafte, verhalten.

4. Da v überhaupt  $=\frac{n^2 du}{2gu^3 dy}$  iff, so wird in dem besondern Falle, wenn man annimmt, daß sich v allenthalben umgesehrt, wie das Quadrat des Führers verhalten, oder  $=\frac{m}{y^2}$  seyn soll, indem meine deständige Zahl bedeutet,  $\frac{m dy}{y^2} = \frac{n^2 du}{2gu^5}$ . Et ist aber  $=\frac{m}{y}$  das Integral von  $\frac{m dy}{y^2}$ , und  $=\frac{n^2}{4gu^2}$  das Integral von  $\frac{n^2 du}{2gu^5}$  (III. Einl. 241). If also C eine beständige Größe, so wird  $=\frac{m}{y}$  and soll don diese Gleichung zeigt, daß die Bahn, in welcher  $v=\frac{m}{y^2}$  ist, nothwendig ein Regelschnitt seyn muß.

Um fie genauer zu bestimmen, muß man sich ersinnern, daß man da, wo der Aubrer auf die Bahn senfrecht ist, wie in den Scheiteln der Regelschnitte, der Fahrer = b und die Seschwindigkeit = k ist, der gabrer = b und die Seschwindigkeit = k ist, der uc sep, also, da wir nachher c =  $\frac{n}{u}$ . oder uc = n angenommen haben, dk, anstatt n geset werden musse. Dadurch erhalten wir =  $\frac{m}{y}$  =  $C - \frac{b^2 k^2}{4 \pi^{11}^2}$ . Aber eben hier, wo der Kahi

rer felbft fentrecht auf die Bahn ift, fünt er mit der Rormale

Rormale jusammen und ift ihr vollig gleich. Es ift also dasselbs y = b = u und  $-\frac{m}{b} = C - \frac{m}{4g}$ , also überhaupt  $C = \frac{b k^2 - 4gm}{4gb}$  und  $-\frac{m}{y} = \frac{b k^2 - 4gm}{4gb} - \frac{b^2 k^2}{4gu^2}$ . Herner sep ebendaselbst die Kraft v fo groß, daß fie in 1 Get. einen Rorpen durch den Raum e treibt, fo wird fie in jedem andern Puntte der Bahn fo groß fenn, daß fie in z Get. Den Abrper durch ben Raum r treibt, und r : e == y : b2 fenn wird, weil fich diese Raume wie die Arafte verhalten. Daber wird r = eb . Run ift aber überhaupt r : g = v : 1, weil die Rraft det Schwere = 1 iff; daser wird  $v = \frac{eb^2}{gy^2}$ . wir nun v = m angenommen haben, fo wird m  $=\frac{eb^{a}}{g}$  and  $-\frac{4eb^{a}}{y}=k^{a}-4eb-\frac{b^{a}k^{a}}{u^{a}}$  oder  $(4eb-k^{a})u^{a}y-4eb^{a}u^{a}+b^{a}k^{a}y=0$  oder  $u^{a}y-\frac{4eb^{a}}{4eb-k^{a}}u^{a}+\frac{b^{a}k^{a}}{4eb-k^{a}}y=0$ .

Bergleicht man diese Sleichung mit der obigen für die Regelschnitte, nämlich mit  $u^2y - au^2 + 4apy = o$ , so sieht man, daß die Hauptare des gesundenen Regelschnitts =  $\frac{4eb^2}{4eb-k^2}$  und ihr Pas rameter =  $\frac{k^2}{e}$  sep. Ueberhaupt aber begreift man leicht aus dem, was in der Cinseitung des dritten dube Returt. 4.25, 2.86th.

Bandes von den Regelschnitten gesagt worden ift, daß die Bahn des bewegten Körpers eine Ellipse senn muß, wenn 4 e b größer ist als k²; eine Parabel, wenn 4 e b = k²; und eine Hyperbel, wenn 4 e b fleiner ist als k². Der Kreis ist eine Urt von Ellipse, und in ihm ist 2 e b = k².

Da im Scheitel des Regelfcnitts die Bentralfraft fo groß ift, daß fie einen Punft in 1 Gef. burch ben Raum e treibt, fo erzeugt fie in 1 Set. Die Geschwins Run ift 4 e2: k2 = e: 4 e. Digfeit 2 e. bort die Geschwindigkeit k, welche ber bewegte Punkt Dafelbst bat, in Ansehung der Rraft v. ju der Sobe \_\_\_\_, ober ein Buntt muß mit ber Rraft v burch Die Sobe h beruntergetrieben werden, wenn er Die Geschwindigfeit k erlangen foll. Ift also h = 4 b, fo ift der Regelfchnitt ein Rreis; ift b überhaupt größer als h, so ift er eine Ellipse; und wenn b = h oder fleiner als hift, so wird er eine Parabel ober eine Apperbel. Die Geschwindigfeit des Rorpers if im lettern Falle fo groß, daß feine Babn durch die Rormalfraft v nicht ftart genug gefrummt werden Er entfernt fich alfo, nachdem er durch ben fann. Scheitel feiner Sahn gegangen ift, von feinem Brenus punfte immer mehr, und da die Bentraltraft um befto ftarfer abnimmt, je weiter er fich entfernt, fo fabrt er ohne Ende fort fich ju entfernen. Denn durch Die Normalfraft wird überhaupt die Babn bes Bunfts gefrummt, durch die Tangengialfraft aber bloß feine Bewegung beschleunigt bber verzögert. Je foneller er fic aber bewegt, um besto größer muß die jur Rrummung seiner Babn erforderliche Rormaltraft feon. Wenn h = 1 b ift, fo bat die Geschwindige

keit des Punfts eine folche Große, daß der Brenns puntt dutch feine Rormalfraft ihn fich nicht weis ter entfernen lagt, und feine Babn in einen Rreis gefrummt wird. Ift feine Gefdwindigfeit noch fleiner, fo muß er fogar, nachdem er durch ben Scheitel, ober burch feine entferntre Apfide ges gangen ift, fich bem Brennpunfte nabern, fo, bag feine Bahn mehr gefrummt wird als im Rreise. endlich b zwar fleiner als 2 h, aber doch immer größer als h, also die Seschwindigfeit des Punfts, nach Berhaltnif, größer als im Rreife, fo entfernt fich zwar der Punft, nachdem er durch bie nachfte Apfide feiner Bahn gegangen ift, immer mehr vom Brennpunfte; allein bennoch wird eben badurch jus gleich feine Geschwindigfeit, vermoge der Cangens zialfrafte, nach und nach immer mehr, und julest fo ftart gefcmacht, daß der Brennpunft durch feine Rormaltraft, ungeachtet fie burch die Entfernung Des Punks ebenfälls verringert worden ift, nach einiger Zeit wieder die Bahn des Punfte fart genng frummt, um ben Punft ju nothigen, fich ihm ju nabern. Ben allen Planetenbahnen ift h bon & b nur wenig verschieden.

Die Seschwindigseit des Punkts c in jedem andern Orte seiner Bahn, außer den Scheiteln, ift  $=\frac{b\,k}{u}$ , also  $c^a=\frac{b^a\,k^a}{u^a}$ . Es sep ihre Höhe, in Ansehung der Zentralkraft, l, so wird  $l=\frac{c^a}{4\,e}$   $=\frac{b^ak^a}{4\,e\,u^a}=\frac{b^ap}{4\,u^a}$ , wenn wieder p der Parameter der großen Are ist, der, wie ich gezeigt habe,  $=\frac{k^a}{e}$  ist. Daher ist  $\frac{1}{4}\,p:l=u^a:b^a$ .

Uebrigens hat der bewegte Punkt eine Schwungs fraft, die in jeder Stelle seiner Bahn der Rormals fraft gleich und gerade entgegengesett ift, weil er in jeder Stelle in dem dorthin gehörigen Krummungsstreise sich zu bewegen anfängt.

## Acht und brengigfter Brief.

Das Replerische Sefetz von den Umlaufszeiten der Planeten fann nicht nur unter ber Borausfegung ers wiesen werden, bag ibre Babnen um die Sonne freisformig find, fondern es lagt fic zeigen, bag auch ben Rorpern, die fich in Ellipfen um ihren Brenns punft, als den Mittelpunft ber Rrafte, bewegen und durch Bentralfrafte, welche wie Die Quabrate ber Entfernungen abnehmen, getrieben merben, fic die Quadrate der Umlaufszeiten wie die Burfel der Sauptaren ibrer Babnen verhalten. Es bleibt alfo auch von Diefer Seite nicht Die geringfte Bedentlichfeit übrig, Die uns mit einigem Grunde abhalten fonnte, jener Borausfegung von dem Bers baltniffe ber Zentralfrafte in verfchiebnen Entfernum. gen unfern Benfall ju geben.

Remton überzeugte sich durch alle bisher anges führte Untersuchungen, daß die Schwere, durch welche alle Körper auf die Oberstäche der Erde fallen, nach allen Seiten rings um die Erdfugel ohne Ende forts geht; daß sie im Berhältniffe der Quadrate der Ents fernungen immer schwächer wird; und daß ihre Eles mentartraft überall, in gleichen Entfernungen vom

Mittelpunkte der Erde, von gleicher Größe iff, weil fie den Mond überall, in einer gleichen Weite von jenem Mittelpunkte, mit gleicher Starke gegen dens selben treibt. Es muffen daher in jeder Sohe über der Erde, eben so wie auf der Oberstäche derselben im leeren Raume, dichte und lockre Korper insges sammt in gleicher Zeit gleich tief fallen, und die Totalkräfte der Körper, so wie ihre Sewichte hies nieden, im Verhältnisse ihrer Massen sepn.

Newton sah ferner, daß die Planeten um die Sonne, und die Erabanten um ihre hauptplanes ten, durch ahnliche Rrafte getrieben werden, und er schloß daher, daß ein jeder himmelskörper seine eigne Schwere habe, durch welche alles auf seiner Oberstäche gegen seinen Mittelpunkt falle, und daß diese Schwere sich um jeden rings herum nach allen Seiten hin ohne Ende fort erstrecke, und in eben dems selben Verhältnisse abnehme, wie die Schwere der Erde, ihr auch sonft in allen Absichten ahnlich sen.

Dieraus, und weil in der Natur jede Wirfung mit einer gleichen und entgegengesetten Segenwirskung verfnüpft ift, solgte gang nothwendig, daß jede zwen himmelskörper wechselsweise in einander wirfen, daß beide einander anziehn muffen, und zwar um desto stärker, je größer beide Massen, und je kleiner das Quadrat ihrer Entsernung ist. Denn wenn z. B. der Wirfungskreis der Sonne sich bis zu einem Planeten, und der Wirfungskreis des letzern sich gegentheils bis zur Sonne erfreckt, so muß noths wendig nicht nur der Planet gegen die Sonne, sons dern auch zugleich diese gegen den Planeten schwersen.

So wurde Newton quiegt auf den großen Gedans fen von der allgemeinen Schwere geführt. Er foloß namlich, daß alle, auch die kleinsten Theilchen der Materie, gegen einander schwer find, und einam der mit Araften anziehn, die fich gerade wie die Mass sen der Theilchen und umgekehrt wie die Quadrate ihrer Entfernungen verhalten. So ward die Schwere auf der Erde nichts weiter als das Resultat von den anziehenden Araften aller ihrer Theilchen, und die Bentralkrafte der übrigen himmelskörper hatten einem ahnlichen Ursprung.

3mar fceint es Anfangs etwas befrembend, baf wir amifchen den Rorpern auf der Erbe fein merts lides Antichn, auch in geringen Entfernungen, bes merten, und daß die Erdfugel, auch ben bem galle ber größten Rorper, gang rubig bleibt. Denn in ber That mußten Rorper, Die fich wechfelsweife nach bem Berbaltniffe ibrer Maffen anglebn, wenn fie fren und ohne Bewegung find, gegen einander fallen, und fich im gemeinschaftlichen Mittelpunfte ibret Sowere vereinigen. Allein alle diese Bedenflichteis ten fallen meg, menn man ermagt, bag bie Raffen aller Rorper, Die uns umgeben, in Ansebung Der Maffe ber Erdfugel, unendlich flein find, und baß Daber auch Die Rraft, mit welcher fie fic angiebn, unendlich kleiner ift als die Rraft ber Schwere, mit welcher die gange Erdfugel fie insgesamt angieht.

Indessen giebt es dennoch Falle, wo man sich durch genaue Beobachtungen von diesem Anziehn der irdischen Körper unter einander überzeugen kann. Die Französischen Meskunster, welche einen Grad der Erde in Pern maßen, sanden, daß der Chimboraço das an ihrem Quadranten hängende Bleploth in der Rähe um 7 bis 8 Sekunden von der wahren lothrechten kinie gegen sich abzog. Nachher hat man ben dem Schottischen hohen Bedirge Shehallien, blos um das Anziehn desselben zu untersuchen, eigne und sehr genaue Messungen und Beobachtungen angestellt.

-herr Mastelpne maß 1774 nabe an jenem Gebirge, welches fich von Often nach Weften giebt, an beiden Seiten, nach Guben und Rorden, von mehr als 40 Firfternen Die Entfernungen vom Scheitelpunfte mit der größten Genauigfeit mehrere Male. Dadurch fand er, bağ bie Benite feiner beiden Standpunfte in Rorben und Guben, nach der Richtung feines Bleplothe, um 54,6 Sefunden von einander ents Durch febr genaue geometrifde Defs fernt maren. fungen aber zeigte fiche, daß ber Unterfcbied ber geographischen Breite beider Standpunfte nur 42,04 Gef. betrug, und bag alfo, burch bas Ungiehn ber Bleplothe ju beiden Seiten des Berges, Die Entfers nung der Scheitelpuntte um 11,66, ober faft um 12 Gef., alfo an jeder Seite um 6 Sef. bergrößert worden mar. Da ber Berg Shehallien aus einem Dichten Granite besteht, Der 24 Mabl Dichter ift als Baffer, fo berechnet Sutton bieraus umftandlich, daß Die Maffe der Erdfugel, wenn man fie gang voll und gleichartig annimmt, an 45 Mal bichter fenn muffe ale Baffer, und daß man fie alfo burdaus nicht fur eine inwendig boble Rugel balten fonne.

Durch diese Besbachtungen fällt also die Schwies rigkeit, daß die Erfahrung das Anziehn der Körper unter einander auf der Erde nicht bestätigt, gänzlich hinweg. Aber eine andre und größre Schwierigkeit entging der Scharffinnigkeit Rewtons nicht. Deun es folgt nicht, wenn die kleinsten Theilchen der Materie einander in einem gewissen Berhältnisse der Entsers nungen anziehn, daß auch Augeln, die aus solchen Theilchen bestehen, dasselbe Berhältnisse beobachten müssen. Rewton zeigte daher aufs deutlichste, daß diese Uebereinstimmung im Verhältnisse der Kräfte ben Augeln und ihren Theilchen wirklich Statt sinde, wenn die Kräfte wie die Quadrate der Entsernungen,

nicht aber wenn fie wie ihre Burfel oder Biquadrate n. f. w. abnehmen.

Stellen Sie fich eine Art von Regel vor, deffen Spise (Rig. 36) in A fallt, und deffen Brundflache DC ein Theil einer aus A besthwebnen Rugelflache ift, und Sie begreifen leicht, daß jedes Theilchen ber lettern ein in A liegendes Theilchen gleich fart anzieht, und daß folglich, wenn der gange Rorper gleichartig ift, wie ich bier annehme, fic bie Uns glehung ber gangen Flache DC gegen A, wie ihre Größe verhalten muß. Eben das ift von jeder andern abnlichen in bem Rorper aus A befdriebnen Rugels flache BE ju fagen. Ziehn fich nun alle Theilchen gerade wie ihre Maffen und umgefehrt wie die Quas brate ihrer Entfernungen an, fo muffen fich Someren von D C und B E gegen A,  $\mathbf{DC}$ BE AC2: AE2 verhalten. Es find aber die abnlichen Rugelflächen DC und BE im Berbaltniffe der Quas drate ihrer Salbmeffer AC und AE \*)  $\mathbf{DC}$ BE AC2 = AE.2, und alle fugelformige Durchfcnitte als DC, BE werden bom Theilchen A gleich ftarf angezogen, fie mogen ibm fo nabe, oder fo weit von ibm fenn als man will. Da man nun ben gangen Regel in unendlich viele phyfische Rugelflachen von unendlich fleiner und gleicher Dide gertheilen fann, jede von ihnen aber den Puntt A gleich fart ans giebt, und ihre Menge in AC fic ju der Menge Derfelben in AE, wie AC : AE verhalt, fo muß offenbar auch die Schwere bes gangen Regels ADC gegen A, ju der Schwere des Theils ABE, wie AC: AE fenn. Ift alfo AE = EC, fo wird die

<sup>\*)</sup> III. Einleit. 174.

Schwere von BECD gegen A eben so groß, wie Die Schwere von ABE. Es folgt also, unter dies fer Boranssezung der Abnahme der Ziehkräfte, daß ein Theilchen von einer Masse nicht viel stärker ans gezogen wird, es sep nun daß es diese berührt, oder um etwas weniges von ihr entfernt ist. Aber ganz anders verhält sich die Sache, wenn die Kräfte wie die Würfel der Entfernungen abnehmen.

Ueberhaupt sehen Gie hieraus, daß ben dem Gesetze von dem umgekehrten Berhaltnisse der Quas drate der Entfernungen, die Rrafte, mit welchen solche Theilchen, die eine ahnliche Lage gegen ahne liche gleichartige Massen haben, von diesen Massen angezogen werden, sich wie die Entfernungen der Theilchen von ahnlich liegenden Punkten der Massen verhalten, weil man diese allemal in unendlich viele unendlich kleine Regel zertheilen kann, deren Spigen alle in jene Theilchen fallen.

Stellen Sie sich nunmehr eine hohle Augel vor, (Fig. 37) die überall eine gleich dicke und gleich dichte Rinde hat, so daß von jeder geraden Linie BF, die man quer durch die Rugel zieht, die von der Rinde abgeschnittenen Stücke BG und LF einander gleich sind. \*) Segen diese wird kein Punkt A, der irgendwo in ihre Sohlung gebracht wird, im geringsten schwer senn. Denn Sie konnen sich von diesem Punkte nach allen möglichen Seiten unendlich kleine Regel, ABE, ADF, als physische Linien gedenken, und so die ganze Rugel in unendlich viele Theile zerstückeln. Da nun übers all LF = BG, MD = EH ift, so wird auch A, wie ich vorhin gezeigt habe, von LFDM eben so state angezogen als von BEHG, wenn alle Theile

<sup>\*)</sup> III. Einleit. 74.

chen fich im umgekehrten Berhaltnisse der Quadrate der Entfernungen anziehn. Der Punkt wird also überhanpt, von allen Seiten gleich ftark angezogen, und immer wird jede Kraft durch eine gleiche und entgegengesetzte vernichtet, so daß der Punkt A nach keiner Seite hin gegen die Augel im geringsten schwer bleibt. Auch in einer elliptischen Afterkugel wird sich die Sache eben so verhalten, weil auch hier überall BG = LF, EH = MD ist.

Bare alfo die Rugel gang voll und gleich bicht, C aber ibr Mittelpunft, fo murbe Die Schwere irgend eines Theilchens N in ihr fich ju ber Schwere eines andern Theildens O auf ihrer Oberflache, wie CN : CO perhalten. Denn ftellen Sie fich burch. N eine mit ber Oberflache ber Rugel allenthalben parallele Rlace vor, und Ste feben leicht, daß die amifchen ihr und ber Oberflache eingeschlofne Rinde Den Punkt N nach allen Seiten gleich ftart angiebt, alfo auf feine Schwere feinen Ginfing bat. N liegt auf eine abnliche Art gegen Die innere Rugel unter jener Rinde, wie O gegen die gange OEFO. Alfo verhalt fich die Sowere von O gegen die Rugel OEFO ju der Schwere von N gegen Diefelbe, wie CO ju CN.

Dieraus folgt, daß in einer jeden vollen gleichs artigen Rugel die Schwere, von der Oberfläche an, bis jum Mittelpunkte, immer mehr, und in dems selben Berhältniffe abnimmt, wie die Entfernung von jenem Punkte C; im Mittelpunkte selbst aber ganz verschwindet, weil hier die Anziehung von allen Seiten gleich ist. Jedach findet jenes Verhältnis nur Statt, wenn die Ziehkräfte der kleinsten Theils den umgekehrt wie die Quadrate ihrer Entfernuns gen zunehmen.

Rach abnlichen Grundfaten bewies Rewton, baf man unter eben biefer Borausfegung, anftatt einer angiebenben gleichartigen ober aus gleichartigen tons gentrifden Schichten jufammengefesten Rugel, blof ibren Mittelpunft nehmen und in diefen die gange Maffe ber Rugel fegen fann; oder daß Rugeln von ber Urt fich gerade wie ihre Maffen und umgefehrt wie die Quadrate der Entfernungen ihrer Mittels punfte anziehn muffen, fo bald man annimmt, daß eben diefes Berhaltnif der Biebfrafte auch ben ibren fleinsten Theilden Statt finde. Da nun alle himmlifche Korper, welche Rugeln find, jenem Ges fepe wirklich folgen, fo folog Remton mit Recht, daß auch die fleinften Theilchen der Materie übers baupt daffelbe beobachten. 5

#### Aumerfungen.

1. Wenn ein Punkt eine Ellipse beschreibt, ins dem er durch Kräste, die nach dem Brennpunkte F gehn, getrieben wird, und er geht in der unende lich kleinen Zeit dt, mit der Seschwindigkeit c, durch den Bogen Dd = ds (Kig. 134), so ist dt =  $\frac{ds}{c}$  (24. Brief 3. Anmerk.) =  $\frac{uds}{bk}$ , well bk=uc ikt (36. Bries). Es ist aber der Ausschnitt DFd =  $\frac{1}{2}uds$ . Daher wird dt =  $\frac{2DFd}{bk}$ ; undt =  $\frac{2q}{bk}$ , wenn man die ganze elliptische Kläcke q nennt, und t als die Umlausszeit ansieht. Nun sep in einer andern Ellipse T =  $\frac{2Q}{BK}$ , indem bep ihr die großen Buche

staden dasselbe bedeuten, was ben der ersten Ellipse die kleinen; so ist  $T:t=\frac{Q}{BK}:\frac{q}{bk}$ . Berhalten sich nun in beiden um denselben Brennpunkt F beschriebs nen Ellipsen die Zentralkräfte umgekehrt, wie die Quadrate der Entsernungen von diesem Punkte b² und  $B^2$ , so mussen auch E und e in demselben Bersdältnisse senn, well jede gleichstrmige Kraft um desto größer ist, je größer der Raum e oder E ist, durch welchen sie einen Körper in einer Sekunde treibt. Also ist e  $b^2=E$   $B^2$  und  $B=\frac{b}{V}$ . Also wird  $T:t=\frac{QVE}{K}:\frac{qVe}{k}$ . Run ist aber auch der

Parameter  $p = \frac{k^2}{e}$  (36. Brief, 4. Anmerf.) und

daher  $\frac{\sqrt{e}}{k} = \frac{1}{\sqrt{p}}$ . Also wird  $T:t = \frac{Q}{\sqrt{p}}: \frac{q}{\sqrt{p}}$ . Sleichwie sich aber die Kreisslächen, wie die Quas drate ihrer Durchmesser verhalten, so verhalten sich die elliptischen Flächen, wie die Rechtecke aus ihren größern und kleinern Aren, die wir a, A, h, H nens nen wolken. Folglich ist  $T:t = \frac{AH}{\sqrt{p}}: \frac{ah}{\sqrt{p}}$ . Run ist a:p = p:h (III. Einseit. 214). Also wird

T:t=AVA:aVa, und T2:t2=A3:a3.

2. Man mache in dem Regel (Fig. 36) AD: AB=AB:AF; so ift auch AD:AB=BD:BF.
Man theile, durch Augelstächen aus A, DB und BF in gleich viele unter sich gleiche Theilichen. Geht nun das nächste an D bis d, und das nächste an B bis b, so ift Dd:Bb=BD:BF=AD:AB. Da sich nun diese Theilichen wie DC.Dd:BE.Bb verhalsten, und DC:BE=AD2:AB2 ift, so werden

fe im Berbaltniffe AD3: AB3 fenn. Biebn ffe alfo ein Theilchen in A umgefehrt, wie die Barfel ihrer Entfernungen AD3 und AB3 an, so find ibre  $AD^3$ Rrafte einander gleich, namlich wie AD3: AB3. Da nun eben daffelbe von jeden 2 andern Theilchen gilt, und ibre Anjabl zwischen BD und BF gleich groß ift; fo folgt, bag BFGE bas Theilchen A eben fo fart angiebt als DBEC. Man fann aber Die geometrifche Reihe, beren Anfang AD: AB AB: AF ift, fo weit fortfegen als man nur will, und immer wird die Spige AFG des Regels das Theilchen in A eben fo fart angiebn, als ber enfernte Theil BECD, wenn gleich jene unendlich fleiner if als Diefer; fo, daß ben ber Berubrung die Biebfraft unendlich ftarfer ift als in einer wenn gleich noch fo geringen Entfernung,

3, Es fen DMB (Fig. 38) ein halber Kreis, und in dem verlangerten Durchmeffer DB irgendwe in A ein Theilchen, welches angezogen wird. giebe burch ibn und bas Theilchen die geraden Linien AF, AH nach Gefallen unendlich nabe an einander, und nehme DFB ale eine phyfische Linie von der menblich fleinen Dicke m und von der Dichte n an. Ift nun ber unendlich fleine Bogen FH = da, fo wird die Maffe des Theilchens FH = minda und, wenn AF = x ift, feine Ziehtraft gegen A = Auf eben die Art fann man auch die Ziehfraft des Theildens EG ausbracken, wenn der Salbfreis von Der AF noch in E, und won ber AH in G burche Conitten wird, weil ich die Linie AFB als gleichartig annehme. , Denn x bat hier einen doppelten Berth A E und A F. Rimmt man jeven, fo bedeutet

mnda x2 die Ziehfraft des Theilchens E G, nimmt man Diesen, so bedeutet der Ausbruck die Ziehfraft von F H.

Man siehe FL, El auf AD, und Ff, Cn auf AH fenfrecht, fo ift FN = NE, und bas Drepeck HFf dem Drepecte FCN abulid, weil N und n einander unendlich nabe find. Ift nun der Sinus FCN = s, ber Cos. FCN = c, DC = CB = r, AC=b, AN=z und AE oder AF=x, fo wird FN=rs, CN=rc, und AC:CN=AF:FL (=AE:EI). Alfo FL (oder EI)  $=\frac{rcx}{h}$ . mer ift AC: AN = AF: AL (= AE: AI) oder b:z=x:AL, alfo AL (oder AI) = 1. . Beiter ift AN: AF = Nn: Ff. Es ift aber Nn bas Dife ferenzial von CN, also = -rdc, weil CN immer mehr abnimmt, je mehr ber Bintel FCE machft. So wird z:x = -rdc:Ff, also Ff = -rxdc, and FN:FC = Ff:FH ober s: 1 = - rxdc FH, also FH =  $-\frac{\operatorname{rx} dc}{\operatorname{sz}}$ . Danun =  $-\operatorname{sz} + \operatorname{cz}$ also — cdc = sds ist, so wird  $FH = \frac{rxds}{cz}$  $(\equiv EG \equiv da)$ .

Also ift die Ziehtraft des Theildens FH oder EG, nach FA, gegen A,  $=\frac{mnrds}{czx}$ . Dreft sich nun unfre Kigur um DB, als um eine unbewegliche Ares so beschreibt das Theilden FH (wie EG) einen physsischen Kreis, dessen Halbmesser FL (oder EI) also

der Umfang =  $\frac{2\operatorname{prcx}}{b}$  ift, wenn man das Berhalts niß des Umfangs jum Onrchmesser = p:1 annimmt. Dieser Kreis hat die Dicke m, die Dichte n, und daßer ift seine Wasse  $\frac{2\operatorname{pmnrcxda}}{b}$ , und da jedes

sieht, diese Kraft aber in 2 andre Krafte nach FL und DA aufgelöst werden kann, wovon die erstre in der einen Halfte des Kreises, von der gleichen aber entgegengesetzen in der andern Halfte vernichtet wird, so kommt nur die Kraft nach DA in Betrachtung, die sich zu der nach FA, wie AL: AF, =z: b, verhält. Es wird also die gesammte Ziehtrast des physischen Umkreises durch Foder E =  $\frac{2pmnrczda}{b^2x}$ 

= 2pmnr2ds, und daher ift die Biebfraft-beider

Rreise durch F und  $E = \frac{4pmnr^2ds}{b^2} = dv$ , indem dv die Summe der Kräfte aller Theilchen, die ben F und E in der konischen durch AF beschriebenen Obers släche liegen, bedeutet.

Daher ist  $v=\frac{4pmnr^2s}{b^2}$  und man muß s=r sehen, wenn man die Auziehung der ganzen Augels schicht haben will, weil s=r wird, wenn die Linie AF zulest in AD fälle. Also ist die Ziehkraft der ganzen Schicht =  $\frac{4pmnr^2}{b^2}$ . Es ist aber  $4pr^2$  der Oberstäche der mit dem Halbmesser CD beschries benen Augel gleich (III. Einl. 174), und daher

 $4\,p\,m\,n\,r^2$  die Masse der unendich dunnen Schicht, welche sie begrenzt. Rennen wir diese a, so ist die Biebkraft dieser Schicht  $=\frac{a}{b^2}$ . Da nun dasselbe für eine jede andre um den Mittelpuntt C gehende Augels schicht gilt, so solgt, wenn die Masse einer entweder durchaus gleich dichten, oder aus gleichartigen sons zentrischen Schichten von verschiedner Dichte zusams mengesetzten Augel =M, und die Entsernung irgend eines förperlichen Theilchens außer ihr von ihrem Mitstelpunste =b ist, daß sie dieses Theilchen mit der

Araft  $\frac{M}{b^2}$  anzieht, eben als wenn ihre ganze Maffe in ihrem Mittelpunkte vereinigt ware; wenn anders die Theilchen, aus welchen sie besteht, sich selbst gerade wie ihre Massen, und umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen anziehn.

#### Reun und brenßigfter Brief.

Durch die Entdeckung ber allgemeinen Schwere sah Rewton sich im Stande, sich an ein Unternehmen zu wagen, welches vorzüglich die menschlichen Kräfte gänzlich zu übersteigen schien. Er berechnete die Massen und die Dichtigseiten der himmlischen Korsper, und bestimmte die Seschwindigseit des Falles auf ihren Oberstächen. Sie werden aus dem, was Sie bereits wissen, leicht begreifen, wie man bep einer solchen Berechung versahren muß.

Sie wiffen, daß ber Rteisbewegungen fich die Elementarfraft, durch welche ein jeder Punft nach dem Mittelpunfte der Rrafte getrieben wird, gerade wie das Quadrat ber Gefdwindigfeit, und umges fehrt wie der Halbmeffer der Bahn, oder wie verhalt. \*) Diefes Gefet findet auch ben den Plas neten Statt, wenn man die mittleren Salbmeffer ihrer Bahnen nimmt, da diefe ohnehin nur wenig von Kreisen abweichen. Run ift die Umlaufszeit t wie -, weil die Umfreise fich wie ihre halbmeffer verhalten. Also ist ta, wie ra und ca wie ra und die Zentralfraft wie Er. Mimmt man alfo an, daß diefe Rraft, wodurch jeder Punft eines Planeten nach dem Mittelpunfte der Conne, ober jeder Punft eines Trabanten nach dem Mittelpunfte feines Planeten getrieben wird, fich gerade wie die Maffe der Sonne oder des hauptplaneten M oder m, und umgefehrt wie das Quadrat der Entfernung verhålt, so muß jene Kraft, wie  $\frac{m}{r^2}$ , also  $\frac{m}{r^2}$  wie  $\frac{r}{r^2}$ und m wie r3 fenn. Ift daher die Maffe ber Erde = 1, die der Sonne = M, die mittlere Ents fernung eines Sauptplaneten von ihrem Mittele puntte = R, deffen Umlaufszeit = T, die Umlaufss zeit hingegen des Mondes = t, seine mittlere Ents fernung bom Mittelpunkte der Erde = r, fo wird

<sup>\*)</sup> Man febe ben fechs und drenfigften Brief.

der Erde.

 $M: r = \frac{R^5}{T^2}: \frac{r^3}{t^2}$  und  $M = \frac{R^5}{r^5}. \frac{t^9}{T^4}$ ; und auf eine ähnliche Art findet man die Masse eines jeden Hauptplaneten aus den Umlaufszeiten und den mitts leren Entsernungen seiner Trabanten.

Die mittlere Umlaufszeit bes Mondes um bie Erde ift bon 2360591, und die der Erde um die Sonne von 31558151 Gef. Theilt man diese durch jene, so erhalt man = 13/37, also === Die mittlere Entfernung der Erde vom 178,757. Mittelpunkte ber Sonne ift = 23708, und die bes Mondes von der Erde = 60 Salbmeffern der Erde. Folglich wird  $\frac{1}{r}$  = 395, 1 and  $\frac{1}{r^3}$  = 61676694,351. Theilt man diese Zahl mit 178,757, so erhält man 345031, und um fo viele Rale ift die Raffe der Sonne größer als die der Erde. Um den Jupiter läuft der britte Trabant, deffen mittlere Entfers nung von ihm 14,76 Salbmeffer des Jupiters oder 166,64 Salbmeffer der Erde beträgt, in 618153 Also ist hier  $\frac{R}{r}=$  2,773 und  $\frac{R^5}{r^5}=$ Sefunden. 21/323 und  $\frac{t}{T}$  = 3/819/also  $\frac{t^2}{T^2}$  = 14/58. Folglich ift Jupiters Maffe 310 Mal größer als die Maffe der Erde; und auf eine abnliche Art finden Sie, daß die Maffe Saturns 163 Mal größer ift. Maffe des Berfdel ift, nach der Angabe des Berrn Herscheld selbst, 17,74 Mal-größer als Die Daffe

Die Maffen ber übrigen Sauptplanes

ten, welche keine Trabanten haben, laffen fich auf teine zuverläffige Art, sondern bloß durch Muthe maßungen bestimmen. Auch die Maffe des Mons

Des lagt fic aus feiner Birfung ben ber Cbbe und Kluth auf feine fichre Urt berleiten. Genauer lagt fie fic durch bas Borruden ber Rachtgleis den und das Manten der Erdare bestimmen, wie Sie in der Rolge febn werden, und fie icheint nur 10 von der Maffe der Erdfugel ju betragen.

Die Dichtigfeit eines jeden Rorpers verbalt fic, gerade wie feine Daffe, und umgefehrt wie fein Umfang, oder ber Raum ben er einschließt. also die Maffe der Sonne oder eines Planeten M die des andern m, der Umfang, der zu M gebort, = V, und der gu m geborige = v, fo wird  $\mathbf{D}:\mathbf{d}=\frac{\mathbf{M}}{\mathbf{V}}:\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{v}},$  wenn  $\mathbf{D}$  die ju  $\mathbf{M}$ , und  $\mathbf{d}$  die ju m geborige Dichtigfeit bedeutet. Bey der Erbe ift m = 1 und v = 1 folglich auch d = 1. So wird M D = 1, und man erhalt auf diese Art eine Babl, welche anzeigt, um wie viel ein himmelstorper bichter ist als die Erde.

Ben der Sonne ift M = 345031 und V = 1344476. Theilt man jene Zahl mit Dieser, so erhalt man 0,2566. Die Sonne hat alfo fast nur } von der Dichte der Erde. Jupiters Dichte macht 310 1433 ober 0,216; Saturns Dichte 163, ober

0,113; herschels Dichte 17,74 ober 0,2; und des

Monds Dichte 48,867, ober 0,698 von der Dichte der Erde aus.

Bas die Schwere auf der Oberflace der hims meletorper anbetrifft, fo verhalt fich Diefelbe, weil man fich die Maffe eines jeden Korpers in dem Mits telpunkte seiner Schwere vereinigt vorstellen kann, gerade wie die Masse M oder m, und umgesehrt wie das Quadrat des Halbmessers R oder r des Kors pers. Ist also wieder m die Masse der Erde und r ihr Halbmesser, beide = 1, so wird die Schwere

auf jedem andern Himmelsförper  $=\frac{M}{R^a}$ . Diese Zahl zeigt zugleich an, um wie viele Male die Höhe, durch welche ein Punkt im leeren Raume auf dem Himmelse körper in einer Sekunde fällt, größer oder kleiner ist als die ähnliche Höhe auf der Erde. Auf der Sonne

ist die Schwere = \frac{345031}{12181/537}, ober 28,3 Mal größer als auf der Erde; auf dem Jupiter 2,44; auf dem Saturn 1,28; auf dem Monde 0,19 bon der Schwere auf der Erde. Auf dem Herschel scheint sie ungefähr eben so groß zu senn als bep uns.

Ungeachtet die himmlischen Rorper fein Gewicht haben, so wie die Rorper auf unfrer Erde, so bat Dennoch ben ihnen berfelbe Punft, Den wir ben irbis fchen Korpern den Schwerpunft nennen, auch ben ibnen febr mertwurdige Eigenfcaften. Es mogen fo viele Maffen vorhanden fenn als man will, und fe mogen fower feyn oder nicht, fo haben Gie gefeben, daß die Summe aller in einem gewissen Zeitpunfte in ihnen vorhandnen reduzirten Bewegungen der Bes wegung gleich ift, welche ibr gemeinschaftlicher Schwers punkt nach berfelben Richtung in bemfeiben Mugeus blicke erhalt, wenn man annimmt, daß in ihm die Summe aller Maffen vereinigt ift. \*) Da diefer Sat auch von den himmlischen Rorpern gilt, welche fein Sewicht haben, fo wollen wir ben ihnen benjenigen Punft, melder ben ichmeren Rorpern auf der Erde

<sup>\*)</sup> Man febe ben amen und brenfigften Brief.

Bewegung folder Maffen, Die fich anziehn. 37

der Schwerpunkt heißt, lieber den Mittelpunkt ihrer Maffe nenuen.

Stellen Sie fich zwen Maffen obne alle Schwere vor, die einander nach den Gefeten der allgemeinen Sowere anziehn. Rehmen Sie an, daß auf fie, nachdem fie einmal burd einen Stof ober Burf eine gewiffe Bewegung erhalten baben, feine außere Urfache weiter im geringften wirft; und Gie feben leicht, . Daß der Mittelpunkt Diefer Maffen entweder ruben, oder immer mit gang unveranderter Bewegung forts geben muffe, es mogen die Daffen unter fich auf einander wirfen, wie man immer will. Denn da Diefe Wirfungen immer gegenseitig und einander gerade entgegengefest und gleich find, fo ift auch Die Summe ber baburch erzeugten Bewegungen in jedem Zeitpunkte = o, fo daß der Zuftand der Rube oder der Bewegung des gemeinschaftlichen Mittels punits der Maffen badurch gar nicht verandert wird.

Es mogen fich alfo die beiden Daffen, unter den angenommenen Umftanden, bewegen, wie man immer will, fo tanu man fich ihren gemeinschaftlichen Dits telpunkt allemal als rubend vorftellen. Denn er mag nun wirklich ruben ober fich bewegen, fo andert er in beiden gallen feinen Buftand nicht. In beiden gale len fommt alles bloß barauf an, Die relativen Bemes gungen ber Maffen, in Unfebung ihres Mittelpunfts, au bestimmen. Man fann ibn fich immer auf einer beweglichen immateriellen Chne'als rubend gebenfen, und im Ralle, ba er fic bewegt, diefe Bewegung der Ebne beplegen, und annehmen, daß fie die Daffen und ihren Mittelpunkt mit fic fortreißt, indem fie immer gleichformig und nach einer unveranderten Richtung fortgebt.

Satten Die beiden Maffen, deren Buftand wir bier untersuchen, auf der angenommenen Ebne gar

feine Bewegung, fo murben fie burch ibre Biebfrafte. mit befchleunigter Bewegung gegen einander laufen, und fich in ihrem gemeinschaftlichen Mittelpuntte vereinigen. Dat aber die eine, ober baben beibe durch einen Stoß ober Burf fcon eine gemiffe Beswegung erhalten, fo wollen wir und, um alles beuts licher ju überfehn, beibe Rorper als gleichartige Rus geln gebenfen. Wir tonnen uns alsbann, ba fie fic nach bem Gefegen ber allgemeinen Schwere anziehn, ibre Maffen in ihren Mittelpunften vereinigt vors ftellen, und diefe Punfte anftatt ber Rugeln fegen. Dat alfo ber eine Bunft, ober baben beide Punfte eine Bewegung, Die mit der burch beide Buntte gebenden geraden Linie irgend einen Bintel macht, fo muß nothwendig, indem der eine Puntt auf die eine Seite fortgebt, ber andre jugleich fich auf bie andre Geite bewegen. Denn feten Gie, (Rig. 35) ber eine Bunft befinde fich in einem gewiffen Angens blicke in A, der andre in C, und es verbalte fic CO ju AO, wie die Maffe in A gu ber in C; fo ift O ber Mittelpunkt beider Maffen. Gebt alfo ber eine Punft in einer gemiffen Zeit g. B. nach F, fo muß ber andre, indem A in F anfommt, in ber verlängerten geraben linie FO, in G antommen, fo, daß GO: OF, wie die Maffe in A ju ber Maffe in C, also wie CO: AO ift. Denn ba wir bier bloß die Bewegungen in Unfehung des Mittelpunfts ber Maffen untersuchen, fo muffen wir Diefen Puntt als rubend annehmen, und baber muß immer bie gerade Linie, welche beide Bunfte vereinigt, durch den festen Punkt O gehn, es mogen sich die Punkte bewegen wie man immer will.

lleberhaupt muffen beibe Punfte fich vollfoms men fo bewegen, als wenn fie felbft fich gar nicht augiehn mochten, fondern vom Punfte O, als einem Mittelpunfte der Rrafte, in dem umgefehrten Bers baltniffe ber Quadrate ber Entfernungen, angejos gen murben; und gwar in gleicher Entfernung von ibm die kleinere Masse um so viel stärker wie die größere, als diefe größer ift wie jene. Denn ber eine Punkt gieht den andern beständig nach O, und zwar nach Berhaltniß feiner Maffe, fo lange beider Punfte Entfernung von O gleich bleibt. Mendert fic aber diefe, fo andert fic auch beider Biebfraft

in dem Berhaltniffe von I Run ift aber bas Berbaltnif von OC oder AO ju AC unveranders lich, weil ich annehme, daß beide Daffen fich immer gleich bleiben. Gefest bie Raffe A fen To bon C; fo ift and OC To von AO, also T von AC. Es verhalt fic aber offenbar bas Quadrat von TT AC immer, wie bas Quadrat von AC. Alfoverandern fich, bep beranderten Entfernungen von

O, die Biebfrafte beider Maffen offenbar wie T.

nder wie AO und fie werden also beständig, ins bem fle fich um O herum bewegen, eben fo nach O getrieben, als wenn fie gar nicht auf einander wirften, fondern beide von diefem Punfte, in bem umgefehrten Berbaltniffe ber Quabrate ber Ente fernungen angezogen murben.

So berhakten fich zwen Maffen, wenn von außen feine Ursache weiter in fie wirkt. Aber die Aufs gabe, wie unter abnlichen Umftanden fich bren oder mehrere Daffen berhalten, welche fich unter eins ander nach den Gefegen der allgemeinen Schwere angiebn, ift eine ber fcmerften und unter bem Dabe men ber Aufgabe von brep Rorpern befannt.

Die Korper bewegen fic alsbann feineswegs fo, als wenn fie von bem Mittelpunkte ihrer Maffen angezogen murben und felbft gegen einander nicht fower maren. Sie werden bald auf die eine bald auf die andre Seite Diefes Punfts getrieben, und es giebt überhaupt gar feinen Dunft, um welchen ibre Rubrer in gleichen Zeiten gleiche Ausschnitte beschreiben follten. Es ift defhalb eine fcmere und mubfame Arbeit, die Aufgabe von dren Korpern in volliger Scharfe aufzulofen, inbeffen ift eine folde Auflosung auch in der Ausübung wenig ober gar nicht brauchbar. Da ben ben bimmlifchen Bewegungen, wo man fie nothig batte, allemal ein Korper angetroffen wird, ber bie übrigen an Große fo febr übertrifft, baß ber gemeinschaftliche Mittelpunft der Maffen nabe an feinen Mittelpunft fallt, fo bewegen fich die übrigen faft vollig eben fo, als wenn diefer Punft der Mittelpunft ihrer Rrafte mare, um welchen fie, als um ihren Breuns punft, in Ellipfen berumliefen, und die fleinen Berfchiedenheiten mifchen ihrer wirflichen und bies fer angenommenen Bewegung laffen fic durch Rabes rungen fo genau als es immer nur nothig ift, bes ftimmen. Go verhalt fic die Sache ben den Saupts planeten, welche um die Sonne, und ber den Eras banten, welche um den Jupiter und Saturn laufen. Gelbft die Babn des Mondes fann man als eine um den Mittelpunkt der Erde beschriebne Ellipfe ansehn, wiewohl der lauf diefes Trabanten durch Die vereinigte Wirfung der Erde und ber Sonne vorzüglich ftart geffort wirb.

## Bierzigfter Brief.

Wenn ber Mond bloß gegen die Erde und diefe gegen ibn fcmer mare, ohne daß bie Sonne ober ein andrer himmelstorper auf beide wirften, fo murbe ber Brennpunft ber elliptischen Babn bes Mondes nicht in ben Mittelpunft ber Erbe, 'fons bern in ben Mittelpunkt der Maffen beider Rorper fallen, und jener Punft mußte um diefen, wie Sie fic aus meinem letten Schreiben Dabon überzeus gen tonnen, jeden Monat eine fleine Ellipfe Durchs laufen. Da OC = OH, wenn A ben Mond vorftellt (Rig. 35) und OC der Salbmeffer der Erde iff, AO beträgt, die Maffe aber des Mondes nur etwa To von ber Daffe ber Erbe ift, fo feben Gie leicht, bag ber Mittelpunft ber Daffen ber Erbe und des Mondes amifchen O und H fallt, und baß seine Entfernung von O sich 🙀 O H = 60:71 oder faft wie 6:7 verhalt. Da nun OH in der mittleren Beite ber Sonne unter einem Binfel bon 8,7 Sefunden erscheint, fo muß ber Sebewins tel von jener Entfernung in derfelben Beite 75 Sef. betragen. Es muß alfo jene Bewegung bes Mittelpunktes der Erde um den Mittelpunkt ihrer und des Mondes Maffe in dem icheinbaren Orte ber Sonne ben und auf ber Erbe einen Unterfchied machen, der zuweilen ins Mittel auf 7 bis 8 Ges funden fleigt, und Diefer Unterfchied muß am merts lichften fenn, wenn die Sonne g. B. in der linie O A und der Mond in der Linie O E, also der lettre in feinem Biertel ift, weil ber Dittelpunft ber Erbe fich ben Diefer Bewegung immer bem

Monde gegen über befindet, also irgendws in der ruckwarts verlangerten EO ist, wenn O den Mitstelpunkt der Massen vorstellt. Alles dieses stimmt mit der Ersahrung aufs vollsommenste überein, ungeachtet die Sonne, durch ihre Wirkung auf die Erde und den Mond, in der Bewegung beider gegen einander, einige Veränderungen verursacht, die aber pur geringe sind, da sie zugleich in die eine und den andern mit Krästen wirkt, die eins ander bennahe parallel und gleich sind.

Baren fie einander immer vollig parallel und gleich, fo marbe badurch, wie Sie leicht feben, in den Bewegungen ber Erde und bes Mondes um ihren gemeinschaftlichen Mittelpuntt ber Maffen nicht die geringfte Beranderung bervorgebracht were Beide Rorper murben fich noch immer eben fo, als wenn jene Rrafte gar nicht borbanden maren, dreben, nur daß fie fic als auf einer um Die Sonne fortgebenden Ebne breben murben. Diefes aber nicht ber Sall ift, bennoch aber Die Erbe, wegen ihrer Rabe, ben weitem farter auf ben Mond wirft als die Sonne, fo nimmt man an, daß der Mond gwar um den Mittelpunft ber Maffen als um einen Brennpuntt eine Ellipfe befdreibt, bag aber Diefer lauf, burd die Dies fung ber Sonne, viele Storungen leibet, die man aus ber Grofe und Richtung ber Storungs fraft (vis perturbatrix) bestimmt.

Um aber diese zu finden, sucht man fich ihr nach und nach immer mehr zu nahern. Man nimmt Ausfangs an, daß der Mond um den Mittelpunkt der Erde T (Fig. 150) einen Kreis beschreibt, und daß der Mittelpunkt der Sonne S sich in der Ebne dieses Kreises besinde. Ist nun der Mittelpunkt des Mondes in L, so zieht die Sonne die Erde nach der Richt

tung TS mit einer Kraft, deren Größe durch TS vorgestellt werden mag, und den Mond L nach der Richtung und mit der Kraft BL an; beide Kräfte aber BL und ST verhalten sich gegen einander wie  $\frac{I}{SL^2}:\frac{I}{ST^2}$ . Zieht man nun LA mit TS parallel, und macht man LA = ST, so kann die Kraft BL in die zwen Kräfte LA und LD ausgelöst werden. Jene hat gar keinen Einsstuß auf die Bewegung des Mondes um die Erde, da sie der Kraft ST parallel und gleich ist. Also ist die andere Kraft LD ganz allein diesenige, durch die der Lauf des Mondes gestört wird.

Da die Sonne an 400 Mal weiter von der Erde entfernt ist als der Mond, also CS um I fleiner und HS um Too größer ift als TS, (ich nehme namlich an, daß die verlangerte Linie TS die Babn des Mondes in H, wie auch in C, durchschneibet) und ba SL am fleinsten ift, wenn Lin C und am größten, wenn L in H fallt, so fann SL nie um mehr als bochftens um 400 ST von ST verschieden fenn. Daber ift SL.º bochstens = 1,005 ST. Da, wir nun BL.SL. = ST.ST's angenommen haben, fo ift BL bochs ftens etwa um 200 ST von ST, alfo von SL bochftens um In ST verfchieben. Run ift, wenn Sie das Parallelogramm LABD beforeiben, und die Linie TS durch die Punfte E und b gebt, SB:Bb = SL: LE und Bb = ED. Da nun BS nur etwa A on SL betragt, fo macht auch Bb ober E D nur etwa Too von LE, und man fann alfo, da obnebin die Rraft LE felbft nur flein ift, annehmen, daß Die Puntte E und Daufams menfallen, und daß die Storungsfraft = LE ift.

Biebn Sie die Sehne LN paraffel mit CH und auf fie und HC fenfrecht ben Durchmeffer IMTK, fo ift, wenn Sie den Salbmeffer der Mondbabn TL, r, und ben Bintel CTL, p, nene nen, LM = r. Cos. p. Eine genauere Untersuchung lebrt, daß überall TE = 3 L M = 3 r. cos. p ift. 2 Es ift aber C ber Puntt bes Reulichts, H ber Punft des Bollichts, also CH die Linie der Snips gien, und IK die Linie der Biertel. Der Bine fel p mißt alfo die Entfernung des Mondes vom Reulichte, und Sie feben leicht, bag in ben Spaps gien Die Storungefraft am größten ift. Denn bier ift p = 0, alfo cos. p am größten und = 1, folge lich TE = 3r, und LE, ba bier die Linien LE und CS jusammenfallen , = 2 r. ift jene Rraft in den Bierteln am fleinften und = r, well hier cos. p = o ift, und LE in IT fållt.

fosen Sie die Störungsfrast LE, in die Tans genzialfrast LG und in die Normalfrast LF aus, und ziehn Sie NO sentrecht auf TL, so sind die Orevecke LNO, FLE einander ähnlich. Daher wird TE: FE = NL: NO oder TE: NL = FE: NO = 3:2, weil TE = 3 ML und NL, wie Sie leicht sehen = 2 ML ist. Es ist daher FE = \frac{3}{2}NO. Run aber ist NO = r. sin. NTL, und NTL hat, wenn Sie LT in n verlängern, mit NTn einerlep Sinus. Es ist aber NTn = 2 HTn = 2 p. Also wird die Tangenzialfrast LG oder FE = \frac{3}{2}r. sin. 2 p.

Eben so if ET: FT = NL: LO und 3: 2 = FT: LO = FL + LT: LT - TO, also 2 FL + 2 LT = 3 LT - 3 TO und FL = ½ LT - ¾ TO.

Es ist aber LT = r und TO = r. cos. 2p. Also wird die Rormalfrast LF = \frac{1}{2}r - \frac{3}{2}r \cdot \cos. 2p.

Sie feben hieraus, daß Die Tangenzialfraft in ben Spangien, wo p = 0, und in den Bierteln, wo  $p = 90^{\circ}$  also  $2p = 180^{\circ}$  und sin. 2p = 0 is, am fleiuften, und ebenfalls = o ift. hingegen wird fie in den Achteln des Mondes, wenn p 45 Grabe balt, am größten, weil 2.45 = 90 ift. Die Rars maltraft ift am fleinsten und = 0, wenn & r =  $\frac{3}{4}$  r. cos. 2 p ober cos. 2 p =  $\frac{1}{3}$  = 0/33333 iff. Alsdann ist 2 p = 100°28' und p = 54°44'. -Ift alfo ber Mond um Diefen Binfel von ben Spavgien entfernt, fo verschwindet die Rormalfraft, und TLE wird ein rechter Binfel. Es wird aber ber Mondlauf in jedem Quadranten der Bahn, von C bis K, von K bis H, von H bis I, und von I bis C. Durch Diefe Rrafte auf eine gang abnliche Art verans Denn in beiden Bierteln, in K und I ift 2p = 180° also cos. 2 p = 1, und die Normals fraft = - r, alfo gegen T gerichtet, wodurch die Schwere bes Mondes gegen die Erde in beiden Punften bermehrt wird. 'Rabe an der Linie Der Spapgien, ben H und C, faut ju beiden Seiten ber Punft O mifchen T und n, und es wird daber  $LF = \frac{1}{2}LT + \frac{3}{2}TO = \frac{1}{2}r + \frac{3}{2}r \cdot \cos \cdot 2p$ . Da nun, in H und C, p = o ober = 180° wirb, fo ist beide Male cos. 2 p = r und die Rormalfraft = 2 r. Sie fallt namlich mit der Rraft L E jufame men, die auch in ben Spingien = 2 r ift. in C ift fie nach S gerichtet, oben in H bat fie eine entgegengefeste Richtung. hier wird die Erde bom Monde, dort der Mond von der Erde, durch die überwiegende Normalfraft ber Conne, abgezogen, alfo in beiden Punften der Mond von der Erde entfernt und feine Schwere gegen fie vermindert;

und zwar noch einmal so ftark als fie in den Biers tein vermehrt wird. Durch diese abwechselnde Bers mehrung und Berminderung der Schwere des Mons des gegen die Erde wird die Bahn des Mondes um die Punkte I und K etwas stärker gekrümmt, und um G und H etwas stäcker gemacht.

Durch die Tungenzialfraft werden in ber Ges fdwindigfeit des Mondes allerlep Beranderungen verurfact, welche man, in fo fern fie blog von von diefer Rraft abhangen, die Bariagion des Mondes in nennen pflegt. Benn Der Mond in feiner Babn bon C nach K gebt, fo wird er durch diese Kraft immer juruckgezogen und vers gogert, von K nach H bingegen wird feine Bemes gung beschleunigt, weil hier die Richtung ber Cans genzialfraft nach oben über H berauf gerichtet ift, welches auch swiften H und I Statt findet, Daber bier der Mond veridgert, fo wie von I nach C beschleunigt wird. Ueberhaupt alfo machft Die Ges fowindigfeit des Mondes von den Bierteln bis ju ben Spingien; von diefen aber bis ju ben Bierteln nimmt fie ab. Gie verandert fic am ftarfften in den Achteln des Mondes, und ju beis Den Seiten Derfelben weniger.

beiten, die man in dem Laufe des Mondes wirts lich beobachtet, aus der Theorie der allgemeinen Schwere begreifen, wenn gleich man auf die Etzens trijität seiner Bahn und der Bahn der Erde, auf die Berschiedenheit der Ebne seiner Bahn von der Sbne der Efliptif, und auf andre ähnliche Ums stände keine Rucksicht nimmt. Bringt man aber nach und nach auch alle diese Bedingungen mit in Anschlag, so nähert man sich der Wahrheit immer mehr, und sest sich in den Stand, die

Beschaffenbeit bes Mondlaufs immer genauer und richtiger ju bestimmen. Wir haben 4. 3. bisber Die Entfernung der Sonne von der Erde als une veranderlich angenommen. Wenn wir aber ermas gen, daß bie Erbe jufammt bem Monde im Bins ter der Sonne merflich naber ift als im Sommer, fo werden wir fogleich einseben, daß ber Mond im Binter, wo die Sonne ibm und ber Erde naber ift, eine etwas langre Zeit zu feinem Ums laufe um die Erde brauchen muß als im Sommer. Denn die Storungsfraft ift im Bluter großer, und da durch fie die Schwere des Mondes gegen Die Erde in den Spingien noch einmal fo ftark vermindert als in den Bierteln vermehrt, alfo im Sangen allemal vermindert wird, fo ift es eben so viel als wenn die Zentralfraft gegen bie Erde im Winter fleiner mare. Der Mond muß fich alfo im Binter, weil er nicht fo fart gegen bie Erbe gezogen wird als im Sommer, von ihr etwas weiter entfernen und überhaupt einen etwas großern Rreis um fie befdreiben, alfo auch eine großere Umlaufszeit nothig haben als im Sommer.

Ziehn wir ferner die Gestalt der Mondbahn in Erwägung, die sich zwar einem Kreise sehr nabert, aber dennoch merklich von ihm verschieden ist, so läßt sich leicht begreisen, daß sie, im strengsten Verstande genommen, auch keine Ellipse seyn kann. Denn da die Störungskraft bloß aus dem Unterschiede der Kräfte entspringt, mit welchen die Sonne den Mond und die Erde anzieht, dieser Unterschied aber um desso größer wird, je weiter der Mond, unter übris gens gleichen Umständen, von der Erde entsernt ist, so muß die Schwere des Mondes gegen die Erde in einem kleinern Verhältnisse, als dem umgekehrten der Quadrate der Entsernungen, abnehmen, wenn sie

burd die Sonne verftartt, und in einem größern, wenn fie burch bie Conne geschwächt wird. Ellipfe fann aber nur alsbann befdrieben merbens wenn jenes Berhaltniß in volliger Scharfe Stott Indeffen bat man ein Mittel, wenn die Bers anderungen jenes Berbaleniffes nur unbetrachtlich find, wie man die Ellipse benbehalten, und denned ben lauf des Mondes oder eines andern bewegten Rorpers febr genau bestimmen fann. .. Man nimmt namlich aledaun an, der Rorper laufe in einer bes weglichen Ellipfe, Die fich felbft jugleich mit um ibren Brennpunft dreht. Segen Sie, daß AB Die große Ure (Fig. 40) der elliptifden Bahn eines folden Rors pers und Tibr Brennpunft ift. Wird nun die Schwere bes Rorpers gegen T gefchwacht, fo , baf fie in einem großern Berbaltniffe mit ber Entfernung abnimmt, als fie abnehmen follte, fo ift fie, nach Dethalenis der Geschwindigfeit des Rorpers in der enefernteum oben obern Apfide B'ju flein und in der mitern A ju groß. Alfo with um B die Bahn Des Risperse burd die Rormalfraft' Des Punftelle, qu wenige und in A nach Berhaltniß ju viel geframmt \*). | Dut Rorper nabert fich alfo, indem et aud Br nach 'b' geht, dem Brenupunft meniger als er follte, eben fo, als wenn er zwar in der Ellipfe bliebe Teder Punft B aber binter ibm fortginge, imeil icher Punft swifden b und B von T weiter entfernt ift, als b. Eben fo entfernt er fich nicht so viel bon T, als er follte, indem er aus A nach a gebt, eben fo als wenn die gange Ellipfe, in des ren Umfange er lauft, fich jugleich mit um T von A gegen a brebte. In diesem Kalle also geht die ganie

<sup>\*)</sup> Gede und brepfigfter Brief. 4 Anmert.

gange Apfidenlinie AB, fo wie der Körper, alls mablich vorwarts, nach der Ordnung der Zeichen. Wird aber dagegen durch die Störungsfraft die Schwere des Körpers gegen T verstäuft, nimmt aiso diese in einem kleinern Berhältniffe ab, als sie sollte, so verhält sich alles umgekehrt. Die Bahn des Körpers wird, nach Berhältnis in B zu viel und in A zu wenig gekrümmt, und die Apfiden bewegen sich daher rückwärts gegen die Ordnung der Zeichen.

#### Anmerfungen.

1. Co in BL: ST = ST2: SL2 = ST2: STº-2ML.ST = ST:ST-2ML. Denn be Der Bintel bey S immer febr flein ift, fo fann man, obne merflichen Jerthum, SL = ST - ML fegen, als wenn die Linie SL auf ST fiele. Ferner ift ML als eine unendlich fleine Große gegen ST augufebn, Die man alfo meglaffen tann, wenn man bas Quadrat Don ST - ML berechnet. Co wird BL-ST: ST = sML:ST - sML, und BL - ST 2 ML.ST = 2 M L. Denn wenn man  $=\overline{ST-2ML}$ 2 ML . ST mit ST - 2 ML wirflich theilt, fo erhalt man 2 ML +  $\frac{4 \text{ ML}^2}{\text{ST-2 ML}}$ , woven man die lettre Große, als unendlich flein, weglaffen tann. Es wird also BS = BL + ML - ST = 3 ML. Run ift in dem Parallelogramme DA, bS+SE= AL. Wir haben aber auch angenommen AL = ST = SE + TE. Offe wird bS + SE = SE + TE and TE = bs = Bs = 3ML.

2. Die Große ber Rormalfraft in den Bierteln bes Mondes last fic, nach ber Methode Newtons, leicht berechnen. Es fen Die mittlere Rraft, womit Die Erde den Mond anzieht, = v, der mittlete halbmeffer der Mondbabn = r, und die mittlere Umlaufszeit des Mondes = t; Die mittlere Sowere Der Erde gegen Die Sonne = V, ber mittlere Dalbe meffer ibrer Babn = R und ibre mittlere Umlaufe jett = T; so wird  $\mathbf{v}: \mathbf{V} = \frac{\mathbf{r}}{\mathbf{t}^*}: \frac{\mathbf{R}}{\mathbf{T}^*}$  (38 % rief), ober vR : Vr = T' : t'. 3f nun bie Rormals traft der Soune, womit fie den Mond in feinen Biertein fibrt, = f, fo ift f: V = IT: ST = r: R. alfo Vr = fR. Daber wird v: f = T: Run ift T\*: t\* = 178,757:1 (38 Brief). Rolglich ift auch die Normalfraft ber Sonne in ben Mondvierteln f ju ber Kraft, mit welcher Die Erbe ben Mond juruchalt, = 1:178,757.

# Ein und vierzigfter Brief.

Sie haben aus meinem lesten Schreiben gesehn, daß die Schwere bes Mondes gegen die Erbe, jur Zeit der Biertel, durch die Sonne etwas verfärft, jur Zeit der Spipgien aber noch einmal so start geschwächt wird, und daß darans eine Bewegung der Apsidens linie der Mondbahn folgt, die in den Biertein rücks warts, in den Spipgien aber vorwärts gehen muß. Da nun die Schwächung viel stärfer iff, als die Bers stärfung, so gehn auch die Apsiden, ben jedem Umslause des Mondes, mehr vorwärts, als rückwärts,

und baber fommt es, daß fie in ungeficht'g Jahren, Die gange Reibe ber himmlifchen Beichen, nach ihrer Ordnung, durchlaufen. Die Rormalfraft namlich Der Conne ift nicht nur in ben Sningien boppelt fo groß, als in ben Bierteln, fonbern auch fo lange, ' bis fie verschwindet, bas ift: bis auf 54° 44' von Den Spangien, Der Schwere bes Mondes gegen bie Erbe entgegengefest. Dernach fangt zwar Die Schwere an, burd fie verftarft ju werden, .. aber nur in ber Entfernung gon 35° 16' von ben Bierteln, und nur balb fo fart, als fie vorbin gefdwächt worden mar. Heberhaupt ift die Bewegung ber Apfiden der Monds babn febr ungleichformig. Denn wenn fie in die Spe apgien felbit fallen, fo geben fie am foneuften porwarts, weil ber Unterfchied ber Rormalfrafte ber Sonne in ben Apfiben A und B am fartften ift, wenn die Linie BA gerade nach der Gonne geht, bas beißt: wenn bie Apfiden in Die Snavgien fallen. Ben A ift alsbann die Rormalfraft = 2 AT und ber B = 2BT. Das Berbaltnig aber AT : BT am größten, wenn AB Die Apfidenlinie if. lich meicht alebann auch bes Berbaltnif ber Schwere in Agu ber Somere in B von bem Berhaltniffe TBe: TA' am farfften ab, und ebendegbaib muffen fic auch alsbann die Apfiden am ftarfften pormarts bes Dingegen gebn fie alsbaun am langfamften rudmarts, wenn ber Mond ben D oder E in feine Denn hier find alsdann die Rors Biertel fommt. malfrafte der Sonne einander gleich, ben D, = DT, und ben E = ET, fo, daß durch fie das Berhaltniß ber Schwere bes Mondes gegen Die Erbe in beiden Puntten auf gleiche Art, und überhanpt nur wenig verandert wird, ba um die Punfte D und E berum die Entfernung von T ihre mittlere Grafe bat, und am wenigften wacht ober abnimmt.

Fallen aber die Biertel bes Mondes in A und B; fo muffen aus einem abnlichen Grunde alebann bit Apfiden am schnellten jurudgehn, und jur Zeit der Spingten, wenn der Mond in D oder E ift, fich am langsamten vorwärts bewegen.

Um fich aber ber mabren Bemegung bes Mondes to viel zu nabern, als moglic, ift es nicht genng, Die Effipfe, in welcher man ibn laufen laft, als um ibren Brennyunft beweglich anzunehmen. Die Uns gleichheiten feines Laufs find fo mertlich, daß man jener Ellipfe jugleich eine beranderliche Seftalt geben, und fegen muß, daß fie ibre Efgentrigitat beftanbig Diefe Beranderung nennt man Die Epetrion des Mondes. Alle folde Efipfen nams lich find einander abnlich und haben eine gleiche Efgentrigitat, beren beibe Aren, ober welches einets lep ift, in benen die Theile AT und TB ber großen Are, fic auf einerlen Art verhalten. Sobald aber . Diefes Berbaltnif von AT : TB fic anbert, fo ans bert fich auch die Efgentrigitat ber Ellipfe. Run vers balt fic ben bet Babn bes Mondes allemal AT2: TB\* wie Die Zentralfraft in B ju ber in A. Da mun bas Berbaltniß biefer Rrafte burd bie Birtung ber Conne beftanbig geandert wirb, fo muß fich auch Das Berbaltnis von AT: TB und folglich jugleich Die Efgentrigitat ber Mondbabn befandig andern. Sie ift am größten, wenn bie Apfiden in Die Cogis und am fleinften, wenn fie in Die Biertel Denu im erften Ralle find Die Rrafte ben A und B, durch die Wirfung der Conne, am meiften, und im zwepten Ralle am wenigften von einander verfcbieben.

Auferdem bewegt der Mond fich nicht in der Ebne der Efliptif, wie wir bisher angenommen haben, fondern feine Bahn burchichneidet die

Efliptif unter einem Binfel, der etwas aber 5 Grade beträgt, und auf biefe Reigung muß ben ber Bewes gung des Mondes ebenfalls Rudficht genommen Da fie indeffen getinge ift, fo andert dies fer Umfand die Lange der linien ST, SL und LE nicht im geringften merflich, und man fann baber noch immer TE = 3 r. cos. p annehmen \*), indem r ben mittleren Salbmeffer ber Mondbabn,. und p ben Binfel CTL bedentet. Rur muß man fic porfellen, bag in bem Drevede TLE; Die Linie TE in der Ebne der Efliptif, und TL in der Cone ber Mondbaln liegt, LE aber bon einer Chne ju ber audern gest. gaft man nun (Rig. 151) aus E eine fentrechte linie EP auf die Cone der Mondbabu fallen, und ift LQ ihr parattel, to ift bie Rraft LE in die Rrafte LP und LQ aufgeloft. Die erftre ift von LE nicht im geringken merflic verschieden. and wir tonnen fie ohne Bedenten an Die Stelle ber LE fegen; aber die zwente Kraft nach LO verdient eine befonbre linterfuchung.

Es sep TO die Anotensinis des Maudes, oder der Durchschnitt der Eine seiner Bahn mit der Eine der Estipeit. Man ziehe auf sie die PO senkrecht und geweinige EO; so ift POE der Reigungswinkel beis der Ednen gegen einander \*\*), und man hat in den wechtwinklichten Drepeden OTE, OPE, TE z EO = 1 : ain. ETO und EO: EP (oder LQ) = 1:sin. POE, also TE: LQ = 1:sin. ETO, oin. POE, die TE: LQ = 1:sin. ETO, oin. POE, die TE: LQ = 1:sin. ETO, with LQ = r. 3 coo. p. sin. EE G. sin. POE, and man sieht hierans, wie man die Kraft: nach LQ mit der Kraft vergleichen fann durch welche die

Schwere des Mondes in den Vierteln verftarkt, und die durch r ausgedrückt wird. Geht die Linie T.B. durch die Spygien, so kann man sagen, daß die Araft nach LQ in derpen Fällen verschwindet: 1) in den Vierteln, weil hier p = 90° und oos. p = 0 ift, 2) wenn die Anotenlinie TO mit T.E. jusams wenfällt, 3) wenn der Mond selbst sich in TO besimbet. Ueberhaupt ist LQ nabe am Anaten nur klein, aber am größten, wenn der Wond mit der größten möglichen Breite in den Spyngien ist.

Durch biefe Kraft wird ber Mond beffandig nad det Cone der Efliptif getrieben und daber die Reis nung feiner Sabn und die lage ihrer Anotentinie immerfort beråndert. Benn er obne jene Kraft (Rig. 41) in: N die Cone ber Effintit & B durchichnis ten baben marbe, fo geht er, wegen berfelben Rraft fcon in M burd, und ber Anoten N fommt ihm ulfo gleichfam entgegen nach M. er mag ber auffiels gende oder ber abfteigende fenn. Diefe Bewegung Det Khoten Der Moudhabn wichwarts, oder wider Die Ordnung ber Beichen, bauert immerfort, anger even ber Wood in Einen Bierteln ober ohne Breite off, weit alsbann bie Rraft verftmindet, Durch welche fie erzeigt wird, und fie ift am größten, wenn bet Mond mit ber größten möntichen Breite in ben Spjygien ift. : Zugleich wird bie Reigung feinet Babn bermehrt, wenn er fich einem Anvten nabert. Denn ber Binfel LMB ift...arbfer, als LNB Aber fie wird auch wieder vermindent, indem ber Mond ben : Anoten verläßt und weiter geht. unstatt, daß er:ohne die Rraft, welche ibm gegen Die Efliptif treibt, nach ND ju gegangen fenn murbe, muß er fich jest in NE bemegen unter einer ffeinern Reigung ANE, als AND war. Und fo worde

vichtete Kraft am größten ift. Dagegen ist sien gebt.

Die Planeten bewegen fich eben fo um Die Sonne, wie der Mond um die Erde. Mur ift ber Mittelpunft ber Maffen bes gangen Sonnens fpftems bem Mittelpuntte ber Sonne ungleich naber, als ber gemeinschaftliche Schwerpunft ber und bes Mondes bem Mittelpunfte der Erde. Denn die Maffe der Sonne übertrifft die vereis nigten Daffen aller Dlaneten faft jebn Dal mehr an Große, als die Daffe ber Erde die des Mons Des übertrifft, und überdiefes befinden fich auch Die Blaneten nicht alle nur von einer Seite ber Conne. Daber bat auch Die Sonne felbft, um den ges meinfchaftliden Schwerpuntt, gar feine merfliche Bewegung und ber Lauf ber Planeten um fie iff viel regelmäßiger, als ber Lauf bes Mondes um Sie befdreiben faft gang genau Ellipe fen, um den Mittelpunft der Conne, als ben gemeinschaftlichen Brennpunft ihrer Bahnen, verandern ibre Efgentrigitat nicht merflich. Dennoch gebn bie Apfidenlinien ihrer Bahnen, wies wohl febr langfam, pormarts, und ibre Rnotene linien rudwärte, weil die Planeten auf eine abny

fice Art auf einander wirten, wie die Sonne auf ben Wond wirft, obgleich viel schwächer. Diese Bewegung macht unter andern, daß sich die Apsten der Erbahn von den Puntten der Sonnens wenden nach und nach immer weiter entfernen.

Die Wirkungen der hauptplaneten auf einans der find besonders ben den obern wegen ihrer grossen Entsernung von der Sonne und wegen ihrer ansehnlichen Massen merklich. Eben destalb kann auch die Sonne den kauf der Trabanten dieser Planeten ben weitem so start nicht stören, als sie den kauf des Mondes stört. Aber selbst der kanf der Erde um die Sonne empsindet den Einstuß andrer Planeten auf eine merkliche Art, vorzüglich der Benus, weil sie der Erde zuweilen sehr nahe kommt, und des Jupiters, wegen seiner großen Masse. Indessen hat die Erfahrung gelehrt, daß alle diese Störungen sich aus der Theorie von der allgemeinen Schwere volltommen begreisen und berechnen lassen.

Rur die Kometen außern feine merkliche Witskung auf die Planeten, wenn gleich fie nabe ben
ihnen vorbengehn. Zwar beweiset ihr elliptischer
voer parabolischer Lauf um die Sonne deutlich,
daß auch sie den Sesetzen der allgemeinen Schwere
unterworfen sind; indessen schwint ihr Gewebe höchk loder und neblicht ju senn, so daß vielleicht die
meisten derjenigen, die man bisher beobachtet hat,
ben aller ihrer scheinbaren Größe, kaum den taus
sendsen. Borjüglich loder mussen unfehlbur diesen
migen senn, die ben ihrer Räherung an die Sonne
proße Schweise erhalten. Es mögen die Komes
tenschweise entstehen, aus welcher Ursache man ims

mer will, fo icheinen fie boch allemal ju zeigen, baf auf einem Rometen, fobald er der Sonne nabe genug tommt, die Theile ftarfer gegen die Sonne gezogen werben, als gegen feinen eignen Mittelpunft, und daß alfo feine Daffe von gar feiner Bebentung ift. Denn fo wie ben uns auf Der Erde eigenthamlich leichtre Dampfe und fluffige Materien in eigenthamtich fowereren in der lothe rechten Linie auffleigen, und fic bom Mittelpunfte ber Erbe entfernen; eben fo entfernen fie fic Das gegen auf ben Rometen bom Mittelpunfte ber Sonne, und es ift baber febr mabriceinlich, bag Diefer fie fiarter angiebn muß, als der Mittelpuntt ibres eignen Rorpers. Diefe Bermuthung wird Dadurch beftatigt, bag die Schweife um defto lans. ger werben, jemehr bie Rometen fich ber Sonne nabern. Wie tounten fie auch ju einer fo unger Beuren lange anwachfen, und fich fo unbegreiflich weit und mit einer folden unglaublichen Schnels ligfeit von bem Abrper bes Rometen entfernen, wenn feine Daffe und Schwere einigermaßen bes tradtlich und fein ganzes Gemebe nicht fo außerft decter mare?

3men und vierzigfter Brief.

Some Board Brokery

of the districted graphs of the

were the grant topical by

Einer den anffallendsten Keweise des wechselseitigen Anziehens der Körper unses Sonnenspstems ist die Ebbe und Fluth. Sie ist, wie schon Newton deutlich erwiesen hat, eine nothwendige Folge der allgemeinen Schwere, indem der Mand mit Krafs

ten auf die Erbe jurudwirft, die benen vollig abnlich find, mit welchen die Erbe und die Sonne ben ganf Des Mondes bestimmen. Modte der Mond und die Sonne alle Theile der Erde mit pollfommen gleichen und parallelen Kraften angiebu, fo murbe feine Ebbe und Bluth moglich fen. Aber da die Erdfugel eine gewisse Dicke hat, und ibre verschiedne Theile, wegen ihrer verschiednen Entfernungen, mit ungleicher Starfe und nach vers fciednen Richtungen angezogen werben, fo ents freingen hieraus gemiffe befondre Rrafte in den Theilen, welche benen gang abnlich find, mit wel den die Sonne ben lauf des Mondes fibrt. wenn in derfelben 150 Figur, beren wir uns ben Dem Monde bedient baben, CIHK jest ben Mes quator der Erde, T ihren Mittelpunft, und S ben Mittelpuntt ber Conne ober bes Mondes, bedeutet, fo ift auch bier wieder LE die Rraft; mit welcher bloß ein gewiffer Bunft L im Umfange ber Erbe, wegen ber ichiefen Richtung SL, nicht aber der Mittelpunkt T, von der Sonne ober bem Monde angezogen wird; Die Rraft LA aber fann in die befondern Bewegungen auf ber Erbe gat feinen Einfluß baben, weil fie = TS, und bem Punfte L mit bem Mittelpunfte T gemein ift. Ebsen Sie nun jene Rraft LE in die Rormale fraft LF und in die Tangenzialfraft LG auf, fo ist die erste N = r ( 1 - 3 cos. 2 p) und die lettre T = r. 3 sin. 2 p, indem p ben Binfel CTL bedeutet \*).

Sie tonnen diese Ausbrucke jum Gebrauche bei quemer einrichten, wenn Sie fich erinnern, daß die Rraft 'N, in K und I, = r ift. Segen Sie

<sup>&</sup>quot;) Biergigfter Brief.

álfo die Brose, die sie alsdann hat, = n, so wird überhaupt N = n (1/2 - 3/2 cos. 2 p) und  $T \equiv \frac{3 \, \mathrm{n}}{2}$ . sin. 2 p. Ift nun die Kraft, mit wels der die Sonne ober der Mond in der Entfernung 1 angiebn, = F, und die Rraft, womit T von ihnen angezogen wird, = f, Die Entfernung TS aber = b; so wird  $f = \frac{F}{h^2}$  und f : n = b : r; also  $\mathbf{n} = \frac{\mathbf{r} \mathbf{f}}{\mathbf{h}} = \frac{\mathbf{r} \mathbf{F}}{\mathbf{h}^3}$ ; folglich  $\mathbf{N} = \frac{\mathbf{r} \mathbf{F}}{\mathbf{h}^3}$  ( $\frac{1}{2} = \frac{3}{2}$  cos. ap) und T = 3 v F . sin. ap. Die lettere Rraft ift in ben Punften C, I, H, K, = o, mitten aber amifchen diefen Punften, in der Entfernung von 45° von ihnen, am größten und  $=\frac{3 \text{ rF}}{3 \text{ b}^3}$ . Die Rormals fraft dagegen n, in I und K, if  $=\frac{rF}{k^3}$ , C und H = 2 rF (39 Brief). Segen Gier= I, fo'wird für den Mond b = 60, und die größte = 2 60.60.60 F = 1 108000 F; alfo, da die Maffe des Mondes To von der Maffe det Etde bestägt, = 750000 - der Schwere auf der Erbe. In Anfehung ben Sonne findet man jene größte Rraft noch viel geringer, und nur etma 18840000 der Schwere auf der Erde. 1. .) Dund folde ungemein geringe Rrafte tonnte auf

bet Erbe wohl fcmerlich gine mertliche Bewegung in

ben Meeren erjengt werden, wenn die Erde fich nicht um ihre Ure drehte, sondern ruhte. Denn was die Tangenzialtraft anbetrifft, so ift sie, wo sie am größe ten ist, §. B. 45° von I und C, nur  $=\frac{3\,\mathrm{r}\,\mathrm{F}}{2\,\mathrm{b}^5}$  also

10080000 ber Schwere auf der Erde. Da fie nun in I und C = 0 ift, so verhält sie sich gegen den ganzen Quadranten IL C ungefähr eben so, wie eine gleichformige Kraft, die halb so gess, also =

die Schwere ist. Da nun der Mond 20160000 etwa 7 Tage Zeit braucht, um 90° zu durchlausen, so wurde er, wenn die Erde sich nicht drehte, 7 Tage lang alle Punkte des Quadranten ILC nach und nach in einem gewissen Augenblicke mit der größtenz in der übrigen Zeit aber mit immer geringerer Stärke, nach der Linie CS zu, ziehn, also ungefähr 7 Tage lang gleichsam mit einer gleichsbrmigen mittleren

Traft, die \_\_\_\_ Der Schwere ausmachte, ben

gangen Quadranten von I nach C zu dreben suchen. Da sich nun die gleichformigen Kräfte gerade wie die erzeugten Seschwindigkeiten und umgekehrt, wie die Zeiten verhalten, in denen sie erzeugt werden, so läßt sich leicht übersehn, das der Mond in dem Quas dranten nur höchstens eine Seschwindigkeit van etwa 11 Zollen in einer Sekunde würde hervorbringen, und daher die Bewegung des Meers kaum merklich sepn können.

Noch weniger marbe burch die Normalfraft auss gerichtet werden fonnen. 3war marbe bas Meer burch fie ben I etwas schwerer und zugleich ben C etwas leichter werden. Millein biefe beiben Punfte

liegen 12 bis 13 bundert Meilen aus einander, und bas Meer murbe alfo eine fange Beit gebrauchen, um fich bort etwas weniges ju fenten, bier aber ju ers beben, und die ber bocht geringen Beranderung feis ner Schwere gemafe Beffalt angunehmen. biefes gefcheben tounte, murbe ber Dond bereits eine gang andre lage gegen bie Erbe haben, und bis Somere berfelben Theile verftarten, Die er vorber' gefdwächt batte. Alfo tonnte Die elliptifche Afters . fugel, Die man gewohnlich ben ber Erflarung ber Ebbe und Rluth gur Sulfe nimmt, nie gu Stande tommen; ju geschweigen, bag eine fo ungemein ges ringe Beranderung bes Drud's in einer fo ungeheuern Brito, and wenn der Mond fich gar nicht bewegte, fowerlich eine einigermaßen merfliche Abwelchung bon ber Rugelgefielt in ben Gemaffern ber Erbe bewirfen tonnte.

. Es fceint auf ben erften Unblid, bag burch bie Drebung der Erde Die Wirfung Des Mondes auf Die Meere noch viel fdmacher werben muffe. nunmehr giebt ber Mond, j. B. auf ben Quabrans ten ICL, nur 6 Stunden lang, gegen CS, und fann alfo in ibm burd feine Cangenzialfraft nur eine Geschwindigfeit von 3 bis & Boll in einer Ges funde erzeugen, die alfo vollende gang unmertlich ift; und die Ufterlugel der Normalfraft bat jest noch viel wenigere Beit um fich zu bilben, ale vorher. Benn man aber Die Sache genauer unterfuct, fo febt man gang angenfcheinlich, baf ber ber erfaus nend ichnellen Bewegung ber Theile auf ber Oberflas the ber fic brebenden Erde, blog baburch, dag mit jenen Rraften Die Richtung ber Schmere etwas verandert wird, febr anfebnliche Bemes gungen in ben Meeren erzeugt werben muffen. fee ift ber mabre Befichtspuntt, aus welchem man

Die Erzeugung der Ebbe und Fluth bettachten muß, und den man gewöhnlich, bep der Erklarung dieser wichtigen Erscheinung der Natur, entweder gange lich versehlt, oder wenigstens nicht ins gehörige Licht stellt.

Um fich biervon ju überzeugen, ermagen Gie erfflich, bag bie Rrafte N und T- aus der Schwere gegen ben Mond und bie Sonne entspringen, alfe auch der Rraft der Somere auf unfrer Erde vollig abnlich find. Sie burchbringen die gange Daffe ber Meere, und bleiben, an jedem Orte der Erde, bis auf ben Grund bes Meeres, fich faft vollfommen Rerner erinnern Sie fic, daß die Tangens palfrafte allenthalben auf Die Richtung ber Sowere fentrecht find, Die Mormalfrafte aber felbft in Diefe Richtungelinic fallen, und alfo beide gemeinfchaftlich Dagn beptragen, Die Richtung ber Schwere in Der gangen Daffe ber Gemaffer ju andern. fest AD (Sig. 43) jeige die Richtung und Große ber Somere an irgend einem Orte ber Erbe, und AB Die bortige Tangengialfraft bes Mondes und Der Sonne an; fo wird nunmehr an demfelben Dete Die Richtung ber Somere nicht mehr nach AD, fons bern nach ber Diagonale bes Parallelogramms ADCB Iff nun die in E verlangerte AB Die eigente Hiche Sorigontallinie beffelben Ortes, und AF auf AC fenfrecht, fo werden die Binfel FAE, DAC einander gleich, und AF verhalt fich zu RE, wie AC: AB, wenn FE auf AE fentrecht ift; AF , ift die neue Dorigontallinie ber geanderten Schwere, und das Meer fann nicht in Aube fenn, als bis fic feine Oberflace an Diefer Linie befindet.

hierzu fommt, daß auch die Normaltraft fich mit der Tangenzialfraft vereinigt, um die Nichtung der Schwere zu andern. Denn seinen Sie z. B. ber Theil, um welchen der Mond die in dem einen Endspunkte des Quadranten des Erdäquators verstärkte Schwere in dem andern Endpunkte deffelben schwächt, sep CG, und Sie sehen leicht, daß durch diese Schwäschung die Richtung der Schwere auss neue verändert wird, indem der Winkel AGB sich zu ACB, wie BC: BG verhält, weil sehr kleine Winkel sich wie ihre Sinus verhalten, und man ohne Bedenken AC = BC sehen kann. Wenn also FE die ganze Absweichung der neuen Horizontallinie andeutet, so kann man sagen, da BG: AB = AE: EF ist, oder daß sich jene Ubweichung zu der känge AE, auf welcher sie Statt sindet, wie die Summe der beiden wirksamen Kräfte zu der Schwere verhalte.

Comobl die eine, als auch die andre Rraft, ift durch den Quadranten ILC (Fig. 150) febr verans berlich: die Rraft T ist in I und C = o in der Mitte aber gwifchen beiden Punften am größten; Die Rraft N ift in I negativ, in C positiv und dops pelt so groß, als in I, in der Entfernung aber von 54° 44' von C = 0. Alfo muß man, wie es fcheint, Die halbe Summe von beiden Rraften nehmen, um Dadurch eine gemiffe gleichformige Rraft durch ben gangen Quadranten ju erhalten. Von N tft die Balfte 3 rF, weil man ben Unterschied zwischen ber negativen Rraft in I und ber positiven in C nehmen muß; von T ift die Salfte 3 r F. Man bat alfo jusammen die Summe von 9rF Die neue Horizontallinie der durch diese Rrafte, geans Derten Schwere ift Daber auf jede 20000 Rlafter um Alafter von der eigentlichen horizontallinie ente

Das macht auf 57096 Rlafter, abet auf einen Grad des Aequators, 0,051 Auf, und auf go Srade 4% guf. Bollte man, welches auch richs tiger ju fenn fceint, Die gange Normalfraft mit der halben Tangenzialfraft verbinden, weil'ben geneigten glachen es nicht auf die mittleven Bunfte, fondern nur auf Die Lage ber Endpuntte gegen wins ander, anfommt, fo murbe bie Summe ber Rrufte 15 rF 4 b 5 werben. So murde die neue horizontallinie fich von der mahren auf jeden Grad um 0,085 und auf 90 Grade um 7% Auf entfernen. Diergu 3,06 guß fur die Wirfung der Conne', fo murde burch beibe himmelutbrper jufammen, in ib. rer mittleren Entfernung bon ber Erbe, Die Dork sontalfiache, auf eine Lange bon go Graben, um 10,7 guß erbobet werden.

Nunmehr ermagen Gie, daß durch die Drebung Der Erbe wirflich ein jeder Punft ihrer Oberflache I in 6 Stunden bis C, burch 90 Grade, fortgeiffen Es ift alfo eben fo viel, als wenn ber Puntt I in 6 Stunden auf einer geneigten Flace Durch 10,7 Ruf gefallen mare. Freplich fann eine fo geringe Meigung in Der Richtung ber Schwere weber auf Die Lage eines Bleploths noch auf bas fefte land, ben geringften mertlichen Ginfluß baben, aber bas Muf fer, welches fo außerft beweglich ift, muß in tiefen und breiten Meeren baburch febr fart bewegt wer, Menn es in feiner Bewegung gar nicht gebin-Dert-wurde, mußte es eine Seschwindigfeit von bens nabe 26 guß erhalten, meil diefe ju ber Sobe bon 10,7 guß gebort. Allein durch die Reibung und andre hinderniffe geht immer ein Theil diefer Ges fdmindigs

findendigfeit verloren, der um defto beträchtlicher in, je schmähler und seichter die Gewässer find. Ues berdieses wird erfordert, daß das Meer von Westen nach Osten eine Breite von 90 Graden habe. Denn ift es schmäler, so wird, wie Sie leicht einsehen, der Ball des Wassers nie so ansehnlich seyn. Daher muß die erzeugte Bewegung, besonders in seichten Mees ren pie gang numerklich werden, wie das auch wirsten der Fall bep den meisten kleinen und einges schränften Meeren ist.

Auf die Punfte (Big. 39) des Quadranten EB wirft ber in S befindliche Mond eben fo, wie auf den Quadranten D.A. Dier und ba flieft bas Bafe fer von Beften nach Offen, von D nach A, und bon, E nach B. Dagegen, fließt es in EI und BD jugleich jurid bon Often nach Weffen. Aber Die fließenden, Theile werden in AD und EB, indem Die Erbe fich von D burch A nach E brebt, burch Die Drebung mit fortgeriffen, und in AE und BD dagegen immer gurutigeführt. Daber fommt es, daß die beiben entgogengefehten Strome fich nicht in A saib B, fendern etwas weiter, in N and P begegnen. Met Remmen fich bie Baffer an einandet, und mas den gren Affathenign glebcher Beit; ba bingegen bes D was E, in O and Q, pon wo die Waffer beffans Dig abflieffen, weif fle, in Anfehung der veranders ten Richtung ber Schwere, Die bochfen Derter find, un beiden Steffen jugleich Chbe ift. ...

## Unmertungen.

1. Man fann die Größe diefer Kraft noch auf eine andre Art finden. Die Normalfraft der Sonne in K und I macht = 178,757 der Ziehfraft der Erde

2. Die Seschwindigkeit, welche die Schwere 1in einer Sesunde erzeugt, ist 2 g. Wenn also durch
eine gleichsbemige Kraft, die = 1 20160000
einer Zeit von 7 Lagen, oder 604800 Sesunden,
eine Seschwindigkeit c erzeugt wird, so muß diese .....
30.6048 = 1 Juß, oder von 10,9 Zosten seht.

## Dren und vierzigster Brief.

Sie baben aus meinem letten Schreiben gefehn, baß Die Ebbe und Rluth bloß in beftigen Stromungen beftebt, welche in großen und tiefen Deeren durch Die Wirfnug ber Conne und bes Mondes erreat merden. Stauchen fich biefe irgendmo an ben Ufern in Buchten, ober durch entgegengesete Stromungen an, Die fich nicht ausweichen tonnen, fo grhebt fich Das Baffer, ober es fluthet, und zwar erhebt es fic um befto bober, je ftarter es in feinem laufe ges bemmt wird, und je weniger es ausweichen fann. Daber ift die Sobe der Bluth an verschiednen Dertern fo ungemein berichieben, und mitten in recht offnen großen Deeren mehrentheils niebrig, weil bier bas Baffer nach allen Seiten Plat findet, um auszuweis Dierzu fommt, Dag ber Boden des Meeres fo febr ungleich ift, und bag die Sefdwindigfeit ber Bemaffer da, wo fie am tiefften find, burch bie Retoung und andre hinderniffe am wenigften ges fowacht wird. Denn ebendefhalb bangt die Schnels linfeit und felbft die Richtung der im Meere erregten Stromungen großentheils von der Beschaffenheit bes Bodens ab; und die Kluth ift um befte bober, je tiefere und fonellere Stromungen von ber Urt auf die Ufer floßen.

Sie tonnen fich von diefen Bewegungen des Mees'
res auch daburch einen deutlichen Begriff machen,
baf Sie fie mit dem Laufe der Flufe vergleichen. Gesmeiniglich gehn die Fluffe in einer Stunde durch eine
halbe Meile, alfo in derfelben Zele durch etwa drepReilen, in weicher ein Punts unter der Inie durch

90 Grade fortgeriffen wird, und durch 10,7 Huß fällt. Wenn also ein Meer sich von Westen nach Often auf 90 Grad weit erstreckt und unter der Linie liegt, so muß es sich eben so schnell bewegen, als ein sehr großer und tiefer Fluß, der auf jede Meile über 3½ Auß Gefälle hatte. Dieser aber würde gewiß sehr schnell sortlaufen, da das Gefälle großer Flusse gewöhnlich viel kleiner ist.

Bliebe ber Mond, mabrend ber Umbrebung ber Erbe um ibre Are, beftanbig an einer Stelle, fo mars Den swifden jeder Alnth und ber nachften Ebbe-immer 6 Stunden verfließen, weil die Erde, ben ibrer Ums brebung an 6 Stunden Zeit gebraucht, um fich burch AE, EB u. f. w. (Fig. 39) ju breben. Da aber auch ber Mond indeffen von Beiten nach Often, und awar ins Mittel in einem Lage um 13 Grabe 20 Minuten 35 Setunden weiter fortrade, fo brancht ber Punft A an 24 Stunden 50 Minuten Beit, um nach einer Ummaljung ber Erbe wieder in Die finte TS ju fommen, welche die Mittelpunfte bes Mondes und ber Erbe bereinigt. Da nun ber Manb ju ber Bewegung bes Meeres ben weitem das meifte beptragt, fo muß an jedem Orte, auf eine febe Muth, Die Rluth Des nachffen Tages nicht eber folgen, Mittel nad 24 Ctunben 50 Minuten, welches aud mit der Erfahrung vollig übereinftimmt.

Indeffen wird bennoch, durch bie Birfung der Sonne, nach Beschaffenheit ihrer Lage' gegen ben Mond, die Sbe und Fluth bald sehr beträchtlich verftart; bald merklich vermindert. Wenn ber Mond in dem neuen oder dem vollen Lichte ift, wenn alfa Sonne, Mond und Erde in einer geraden Linte liegen, so wirfen die beiden erstern übereinstimmend auf die lettre, und Chbe und Fluth find am größten. Wenn aber der Mond in seinen Bierteln ift, und

Ach also irgendwo in der Linie D.E., die Sonne aber in S., befindet, so geschieht die Wickung bloß mie dem Unterschiede der Kräste beider Dimmelskörper, und die Sbbe und Fluth ist überhaupt am kleinsten. Denn indem der Wond z. B. das Waster von A nach E zieht, treibt es die Sonne zugleich von Enach A. Eine Wirkung hindert die andre, und die Edde und Fluth wird alsdann bloß mit dem Unterschiede der Kräste erzeugt, welche zur Zeit der Springsluthen in eine Summe vereinigt sind.

Das einmal in Bewegung gefeste Baffer murbe fortfahren noch immer eine Zeit lang bin und ber 3h fromen, wenn gleich Conne und Mond gang aufborten auf bas Deer ju wirfen, obgleich feine Ebben und Bluthen immer fomacher werden und in furger Zeit gang aufboren mußten. Dieraus begreifen Sie feicht, daß die Sobe einer Bluth nicht blog von ber Große der Rraft abhangt, burch welche fie erzeugt wird, fondern daß auch die nachftvorbergebenden Aluthen um defto mehr datu bentragen, je größer fie find. Bor dem Bollichte t. B. find bie Aluthen mittelmäßig und am Lage bes Bollichts groß. Die zwen folgem ben Aluthen werben aber gewöhnlich noch größer, weil fie auf eine größere Bluth folgen, als Die bes Bollichts, und die Rrafte Der Sonne und des Mons bes fic in fo furger Zeit nur wenig verandern. einer entgegengefesten Urfache nehmen nach ben Biere teln die Rluthen noch etwa anderthalb Tage lang ab. . Die Springfluthen aber find am größten, wenn der Mond in der Erdnabe, und am fleinften wenn er in ber Erdferne ift, well feine Rrafte im erften galle am größten, und im zwepten am fleinften find.

Benn ber Mond von bem Reulichte gum erften, ober bem Bollichte jum letten Biertel übergeht, mit einem Worte: wenn er fich irgendwo in der geraden

Linie MT (Fig. 44) befindet, fo werden die ffinten durch die Sonne in S beschleunige, daß fie mertlich fraber antommen, weil fie die Baffertheile immer anructzieht, baf fie nicht fo weit binten O fortlaufen tonnen, als fie, obne diefe Birfung fortgelaufen Dagegen hilden fich die Muthen fpås fepu marben. ter, wenn ber Mond aus den Bierteln in die Spies gien übergebt, oder wenn er irgendmo fich in ber Linie LT befindet. Denn die Sanne S gieht die Bluth, Die fich fcon ben F gebildet haben marde, nach G und nothigt Die Gemaffer noch weiter ju Ueberhaupt aber ift diefe Befchleunigung nub Beridgerung von der Coune in den Achteln bes Mondes am größten, wenn LTA ober MTA:45 Grade balt, weil die Sanne alsbann die Dunfte. N ober O mit ber größten Starfe giebt.

Mir haben bisher eigentlich bloß die Fluthen uns ter ber Linie unterfucht, allein Die in ben ubrigen Parallelfreifen ber Erbe verhalten fich vollig auf eine Stellen Sie fich unter AEBDA abuliche Art. (Sig. 44) einen Durchichnitt burch Die Are ber Erbe por, auf welchen die aus bem Mittelpunfte bes Mons Des, Den ich noch immer in der Coue des Aequators annehme, ju dem Mittelpunfte ber Erbe T gejogne gerade Linie fentrecht ift, und Sie feben leicht, baf der Mond in alle Punfte des Umtreises AEBDA vollig auf gleiche Art wirfen wird, weil alle gleich weit von T abstehn, und die von biefen Bunften jum Monde gebenden Linien mit jener aus T nach dem Monde gezognen Linie überall gleiche Bintel Der Mond wird alfo jeden Punft A. E. machen. B, D n. f. w. mit einer Rormalfraft, ift, gegen T treiben, feine Tangengialfraft aber in

Diefen Punkten wird = o fenn. Befest also OPDQO (Rig. 45) mare ein Parallelfreis ber Erbe, Mittelpunft und NS ihre Are, in Laber, in der Cone des Aequators EBE, der Mond; fo find P' und O gwen folde mitte, von welchen ich gerebet habe, in denen die Tangenzialfraft = 0, die nach Cherichtete Normalfraft aber  $=rac{\mathbf{r}\,\mathbf{F}}{\mathbf{h}^3}$  ift. Die Puntte O'und D hingegen liegen in einem burch ben Mond felbft und die Are NS gebenden Durchschnitte, der auf ben'erftern Durchschnitt burd PQ fenfrecht ift. nen folden Durchschnitt aber erhalten Gie, Ste fich in der 150 Kigur unter IK die Are der Erde, und in LN die Sone des Parallelfreises vorstellen. Dier ift in L und N die gegen die Ebne des Mequas tors gerichtete Tangenzialfraft  $LG = \frac{3 r F}{2 b^5}$ ap, indem hier p die Breite der Derter L und N bedeutet; Die Normalfraft aber LF, welche in Die nach bem Mittelpunfte ber Erbe T gezogne Linie Table, if  $=\frac{rF}{b^5}(\frac{r}{2}-\frac{3}{2}\cos 2p)$ .

fie geschwächt wird,  $=\frac{x F}{2 b^3}$ . Die Tangenzialfraft hingegen ift in P und Q=0, und in O und D

 $= \frac{3 \, r \, F}{2 \, b^3}; \text{ überall aber ist sie gegen die Ebne des Mes quators gerichtet. Die Summe also der Rrafte, durch welche in diesem Parallesseise die Richtung der Schwere geandert wird, macht <math>(1 + \frac{1}{2} + \frac{3}{4}) \frac{r \, F}{b^3}$  oder  $\frac{9 \, r \, F}{4 \, b^3}$ . Sie ist solglich viel fleiner, als die

oder  $\frac{9 \text{ r F}}{4 \text{ b}^3}$ . Sie ift folglich viel kleiner, als die ähnliche Summe der Rrafte unter der Linie, im Berhältnisse von 9:15. Das Gefälle also, wos durch die Meerstrome ihre Bewegung erhalten, ift überhaupt unter der Linie am größten, und wird gezign die Pole zu immet kleiner. In den Polen seilh verschwindet die Tangenzialkraft gänzlich, weil p = 90° wird, und die Normalkrafte in O, P, D, Q, welche von einander immer um desto weniger versschieden sind, se mehr man sich dem Pole nahert, fallen hier völlig zusammen. Jede wird =  $\frac{r F}{b}$ 5, und ist nach C gerichtet.

Es scheint also auf ben erften Anblick, daß die Fluthen unter der Linte allenthalben am größten senn und von da gegen beide Pole zu, immer mehr abs nehmen muffen. Allein wenn Sie sich erinnern, daß die Seschwindigkeit der Ströme nicht bloß von ihrem Gefälle abhängt, so werden Sie leicht einsehen, daß der Schluß von der Sröße der Beränderung in der Schwere auf die Größe der Fluthen sehr große Aust nahmen leidet. Das Wasser unter der Linie hat zwar ein größere Gefälle, aber es muß auch Turch die Drehung der Erde eine größte Strecke durchlaus sen, ohe es so tief fällt, als das Wasser in den übrigen Parallelkreisen. Es verhält sich so, wie ein Fluß, der zwar einen größern Fall, aber auch eine

griftre gange hat, als ein andrer, und deshalb oft langsamer fließt, als dieser. Daber ift es sehr wahrs schwich, daß, unter übrigens völlig gleichen Ums ftanden; die Fluthen, wenigstens bis auf eine ges wiffe Weite von der Linie, ungeachtet des geringern Sefalles, eben so ftart und vielleicht noch etwas ftars fer senn wurden, als selbst unter der Linie.

hierzu fommt, daß die Gemaffer unter der ginie alle blog bon Beften nach Often ober nach ber entges gengefesten Richtung fortgetrieben werden, und alfo rubig neben einander fortfiromen fonnen, obne eine ander in ihrem laufe ju bindern; babingegen in nordlichen Breiten das Meer nicht bloß nach Beften oder Often, fondern auch nach Guben, und in ben füdlichen Breiten nach Rorden, gezogen wird. Diefe durch Die Sangenzialfrafte bewirfte Abmeichung nach Guden oder Morden ift nicht allenthalben gleich fart, fondern unter einer Breite bon 45 Braden am farffien, weil die Tangenzialfraft 3 rF am größten ift, wenn bie Breite p, 45 Grade aust Alfo muffen porzuglich in ben Breiten von mačt. 40 bis 50 Graden, wie es scheint, Die verschiednen Meerftrome oft jufammen ftofen und einander vers farfen, weil fie nicht parallel neben einander forts gebn founen.

Endlich: scieinen die Meere in den nordlichen Breiten mehrere Untiefen und feichte Plage zu haben, zwischen welchen sich die Meerstrome durchdrangen muffen, und als an Schnelligkeit zunehmen, als die großen und weiten sublichen Meere in der Gegend der Linie. Daber konnen in den lettern auch die Bewässer, wenn fie durch irgend einen Widerstand aufgehalten werden, viel leichter ausmeichen und

jur Seite absließen, als in den erstern, in welthen sie fich um deste mehr erheben muffen.

36 glaube, wenn Ste alle Diefe Umftanbe, bie ich angeführet babe, gufammennehmen, baf Gie feine Schwierigfeit finden werden, ju begreifenweffhalb nach bem einhelligen Bengniffe aller berer, Die jur Gee weite Reifen gethan haben, eines le Bens til, Abanfon, Deverdun und andrer, die Bluthen in der Begend ber Linie niedriger find, als in einer gewiffen Beite bavon, befonders in Den nordliden Breiten von 40 bis 50 Graden. Indeffen fceinen Diefe Erfahrungen Die Unrichtigfeit Der gemeinen Ers flarung ber Ebbe und Rluth aufs bentlichte ju bes Es ist wohl schwerlich moglich, fie mit bem weisen. elliptifden Spharoide ber Gemaffer um bie Erbe ju reimen, aus welchem man bie Cbbe und fluth ges wohnlich berguleiten pfleat.

## Bier und vierzigfter Brief.

Der Mond, den wir uns bisher immer in der Ebne des Acquators der Erde vorgestellet haben, defindet sich fast gliezeit außer derfelben. Daher geht der Durchschnitt der Erde, in dessen Umtreise alle Puntte gleich weit vom Mittelpuntte des Roudes entsernt sind, weil er auf die aus diesem Mittelpuntte juns Mittelpuntte der Erde gezogne Linie sontrecht ist, sak nie durch die Are der Erde, sondern er macht mie thr einen gewissen Wintel. In beiden Puntten abers wo jene Linie die Oberstäche der Erde durchschneidet, ist die Normalkraft des Mondes am allerskärtsten.

Diese Puntte der großten Starke liegen also nicht in dem Acquator, sondern der eine über ihm der andre uns ter ihm. Auf eine ahnliche Art fallen auch zwischen dem Mittelpunkte der Erde und den Polen allenthalben die Punkte, in welchen die Schwere am ftakken und auf gleiche Art geschwächt wird, in solche Areise der Erde, die auf jenen Durchschnitt senkrecht, und mit der Linie, welche die Mittelpunkte des Woudes und der Sonne vereinigt, parallel find, Sie liegen also nie beide zusammen in einerlep Parallelkeise, sondern der eine in dem einen, der andre in dem andern.

Diefe Sache bat zwen verschiedne Folgen. Sepen Sie, ber Mond habe eine farte nordliche Albmeichung, und N (Sig. 45) fen ber Rordvol: fo feben Sie leicht, daß ber burch C gebenbe, auf die ben Mittelpunte bes Monded mit G vers einigende Linie fenfrechte Durchfonitt, ba er mit Der Are NC einen ansehnlichen Wintel macht, irs gendwo in HI, weit außer bem Mittelpunfte R. Durch den Parallelfreis OPDQO geben werde. Dier in H und I find jest die Punfte, wo. Die Comere nach C am meiften verftarft wird, und Das Baffer muß alfo durch ben Bogen IO, ber miet großer ift, ale ber Quabrant QO, foreges führt werben, ebe es fluthen fann. Dadurch muß Die Bluth fomacher werden, ale fie fanft gewesen fenn, wurde. 3mar ift von der andern Geite ber Boaen ber gandern Sluth HD um defto fleiner; ellein bagegen ift auch die Rormalfraft in D nur flein, weil ber Puntt, in welchem fie fo fart ift, als in O, wie ich gezeigt habe, tief unter OPDOO in einem gang andern Paraffelfreife liegt. aus laft fic begreifen, weshalb die Springflus then, wie man allgemein bemerft bat, porguglich

um die Zeiten ber Rachtgleichen fart ju fepn pflegen, weil alsbum Mond und Sonne fich in der Sbue des Acquators befinden.

Zwentens werden ben dieser ansehnlichen Absweichung des Mondes die beiden Fluthen, in den Bogen HOI und HDI, der Zeit und Größe nach, gegen die Pole zu immer mehr und mehr ungleich. Ihre Ungleichheit kann so weit gehn, daß die eine Fluth, den einer hohen Breite von Go Graden und drüber, ganz unmerklich wird, und also das Meer nur einmal in 24 Stunden fluthet. Schon an den französischen Kuften sind aus dieser Ursache die Springsluthen im Sommer ben Lage merklich höher und im Winter merklich niedriger, als ben der Nacht.

In fleinen Weeren tann fic, wie ich Ihnen bereits gefagt habe, feine Ebbe und Aluth erzeus gen. Es fommt ben ihnen alles auf die Art ihrer Berbindung mit bem Djean an. Das mittellans - difche Meer 1. B. ift ziemlich breit und bat ben Sibraltar eine fcmale Meerenge. Das flutbende Baffer bes atlantifden Djeans wird in Diefer zwar beschleunigt; ba es aber gleich darauf fich nach allen Seiten berbreiten fann, fo verliert es in furger Beit faft feine gange Bewegung und tann fic baber nut in einigen Buchten, wo es vors guglich fart aufgebalten wird, einigermaßen merts lich erheben. Dit ber Offfee bat es eine antice Bewandnif. Das rothe Meer bingegen bat bep Babelmandeb eine an 10 beutsche Meilen breite Meerenge und ift baben febr fomal. Daber bes halten die eintretenden Fluthen des indifden Djeans ihre Schnelligfeit ben, indem fie durch Diefes Deer Berauffteigen.

Benn Blaffe fic in Meere ergieffen, welche fluthen, fo fleigt die Fluth imar langfam, bennoch oft bis auf eine große Weite in ihnen berauf, weil Das fluthende Meer ihre Deffnung gleichfam verftopft, und badurch bas Baffer aufe Rauchet. Go muffen oft auch Meete und große Geen, wenn gleich fie weit find, einer merflichen Esbe und Aluth unterworfen fenn, wenn fie burch Straffen ober Meerengen einen farten Abfluß in große und finthende Meere baben. Diefer Rall fcheint unter andern ben ber Subsonsbai und Baffinsbai in Amerita Statt ju finden. Judeffen lägt fich von ben befondern Erscheinungen ber Chbe und fluth in gewiffen Gegenden der Erde wenig zuverläffiges fagen, weil uns fichre Rache richten ber Umftanbe feblen, aus benen fie erflart werden muffen.

Der Mond und die Sonne wirfen unfehlbar mit benfelben Efementarfraften auf die Atmofphare als auf Die Meere Der Erde; Die Totalfrafte aber find um befto fleiner ben ber erftern, jemehr bas Baffer Die Luft an Dichtigfeit übertrifft. find unfehlbar die in der Atmofphare erzeugten ber Ebbe und Rints abnilden Bewegungen gang unmerflich. Denn welche merfliche Birfung fann wohl das Gewicht einer 10 bis 11 Kuß hohen Efftfaule von Der mittleren Dichte ber Atmofphare, in biefer bervorbringen? Und an bem Barometer ift es vollends unmöglich, Die geringfte Spur Dies fer Birfung Des- Mondes aber Der Conne ju bee merfen, ba die nange Berminderung ber Schwere, wenn fie am flutfien ift, nur 730000 betragt: Die Mennung alfo von ben großen Ginwirtungen des Mondes auf unfre Atmosphäre und aufe Bas rameter, bat nicht ben geringften Grund und ift

gang unrichtig, ungeachtet fie noch immer ihre Anhanger findet.

Die Cbbe und Bluth beweiset abrigens gang unwidersprechlich, bag bie Erbe fic um ihre Are brebt. Die Krafte ber Sonne und des Mondes, welche daher entfpringen, daß die verfchiednen Theile ber Erde nach verschiednen Richtungen ober mit vorl fchiedner Starte angezogen werden, find, wie Gle gefer ben baben, fo geringe, daß burd fe, obne ble Brebund ber Erde, feine merfliche Bewegung in bem Meere war-De erzeugt werben tonnen. Und auf Die feffen Thelle: Der Erde wurde fie noch weniger ben geringfien merflichen Ginflug baben, wenn bie- Erbfagel Richt nicht brebte, und nicht um die Bole etwas abges plattet mare, wie Gie in ber Roige bentlicher fen' Bare Die Erbe eine poffommine Ben werben. Rugel, fo wurde jener geringe Unterfchied ber Biebfrafte auch ber ihrer Drebung belig unmerfelich fenn. Wenn Sie fich eine bollfommne Rnach gebenten, auf beren Oberffache übetall eine Art. bon fefter Dede aufliegt, ' die bon' ben beiben' Polen an gegen die Linie ju, immer biefer wird," fo haben Sie ein Bild bot ber mabren Beftate unfrer Erbe. Da Das Mittel Diefer Decle, wor fie am dicffien ift, auf die Einte fallt, fo buechtschneidet es die Cone der Effiptif unter einem Minfel von 234 Graben. Wenn baber N und B (Rig. 142) die beiden Bole ber Erbe find, C aber ihren Mittelpunft, AB ben Mequator und DE-Die Efliptif vorfiellt, fo feben Sie augenscheinlich, daß die Erdfugel burch eine auf die Efliptit fents' rechte Cone FG in zwen unabnliche Dalften gere fcnitten wird, welche alfo auch bie in ber Ebne DE befindliche Sonne auf eine fehr ungleiche Art angieht. Es verbalt fic bier alles fo, wie

ben dem kaufe des Mondes. Weil seine Sahn nicht nicht in ber Effintif liegt, wird er von der Sonne bekandig nach der Efliptif gezogen, und bieraus ents ficht, wie Sie gefehen baben, bas Ructgebu bes Anoten und die abwechfelnde Bermehrung und Berg minderung der Meigung feiner Babn. Auf eine abne liche Wirt mirb bie um die linie berum angebaufte Materie der Erdfugel von der Sonne und bem Monde beftanbig gegen bie Eflintif gezogen, und badurch werden zwer verschiedne Dinge bewirft: Das Rucks' gebu ber Ruoten bes Erbaquators, ober, welches einerlen ift, bas Borruden ber Rachtgleichen, und eine abwechselnde Bermehrung ober Berminderung ber Schiefe der Efliptif, ober bas Banten ber Erde are. 3chad find beide Beranderungen nur unges mein geringe.

- Der Mand wirft and bier 23 Dal ftarfer, ald Die Conne, aber febr ungleichformia, weit feln gans jer Lauf fo ungleichfermig ift. Da bie mittlere Reigung ber Cone feiner Babn gegen bie Cone ber Efliptif 5% Grade beträgt, fo giebt er ben Mequator: Den Erbe baid nach biefer, Sald nach einer andern Richtung, obgleich im Gangen und ins Mittel immen gegen die Efligtif. Sallt ber auffleigende Rnoten den Mondbahn in den Aufang des Midders, wo fich ber auffleigende Rusten bes Mequators befindet, fo hat der Mond durch alle nordliche Zeichen eine nords liche, und burch alle fühliche eine fügliche Breite. Er entfernt fich alfo alebann ju beiben Geiten ins Mittel bis auf 23& + .5% oder auf 28% Grade vom Mequator, und die Reigung feiner Babn gegen ben Mequator ift alsbann am größten. Källt aber ber auffleigende Rnoten der Mondbahn in den Anfang ber Bage, fo mocht ihre Reigung gegen ben Mequas tor nur ask. - 5k ober 18k Grade ins Mittele

und fle ift alsbann am kleinsten. So wächst diest Meigung etwas über 9 Jahre lang von 18\frac{3}{3} bis zu 28\frac{2}{3} Graden, nachher aber nimmt ste allmählich eben so lange wieder ab, da die Anoten der Mondbahn in etwa 19 Jahren nach und nach durch alle Zeichen herumkommen.

Je größer aber die Reigung der Mandbasn zur Sone des Acquators ift, um desto größer ift auch die Kraft, mit welcher der Mond das Ruckgehn der Rachtgleichen beschachtungen beränderlich; am größten, und von etwa 58 Sekunden in einem Jahre, wenn der aufsteigende Anoten des Mondes in den Widder fällt; am kleinsten, und von etwa 43 Sek. jährlich, wenn derselbe Knoten in die Wage kommt; und von mittlerer Größe, von etwa 50 ff. jährs lich, wenn er in dem Kolur der Sounenwenden ist. Diese Ungleichseiten in dem Ruckgehn der Punkte der Nachtgleichen haben, so wie das Ruckgehn der Knosten der Mondbahn, eine Periode von etwa neuns zehn Jahren.

Eben so wird die Schiese der Effiptif etwasum 9 Sef. vermehrt, wenn der aussteigende Anoisten der Mondbahn im Widder ift, und hernach wieder um 9 Sef. vermindert, wenn er in die Wage sommt. Sie wächst also 9 Jahre lang, und nimmt 9 Jahre lang hernach wieder ab, verändert sich aber überhaupt um ungefähr 18 Sef. Die Are der Erde verändert sich alsa anch auf die nämliche Art und eben so start ihre Reigung gegen die Are der Ellipitis, und diese Bewegung ist es eigentlich, welche man das Wanten der Erdape nennt.

Mantte die Erdare nicht, fo begreifen Sie leicht, daß fle immer gleich weit von der Are der Efliptif entfernt bleiben murde, ungeachtet fie um die lette,

als um einen Mittelpunft, einen fleinen Rreis ber foreiben mußte, weil die Durchfonittelinie der Ebno Der Efliptif und des Acquators nicht beftandig einerlen Lage behalt, fondern fich brebt, und fo die Erfcheis nung bes Borrudens ber Rachtgleichen veranlagt. Benn namlich P (Rig. 42) der Bol der Efliptit ift, fo murbe, ohne bas Manten ber Erbare, ber Pol Der Erde N, nach und nach, um P einen Rreis NBDA befchreiben, beffen Salbmeffer PA der Reigung der Effiptif jum Mequator vollig gleich, und von 23% Graden mare. In biefem Rreife murbe ber Pol ber Erbe jabrlich ine Mittel etwa um 50 Gef. ructwarts gebn. Allein ba bie Schiefe ber Efliptif fich verans bert, fo geht eigentlich bloß ein gewiffer mittleres Ort bes Pole in bem Rreise NADBN fort, und der mabre Dol lauft um diesen mittleren Ort bestans dig in einer fleinen Ellipfe EHGFE, in welcher er in 18. Jahren und 7 Monaten einmal berumfommt. Er ift in E, wenn ber auffteigende Anoten ber Monde baby in den Widder tommt; in F, wenn jener Anos ten fich im Steinbode; und in G, wenn er fich in ber Bege, befindet. Da NG 3 Sefunden halt, fa ift der Erdvol in G bem Bole ber Efliptif um 18 Gef. naber als in E. Go tonnen Gie fich von bem Bane len ber Erbane, meldes zuerft Brables entbeckt bat, einen dentlichen Begriff machen.

## Unmertungen.

Es stelle DABE (Fig. 153) einen halben Durche schnitt der Erde durch die Sonne S und die Are der Erde NC; SDE die Sone der Ekliptif, AC des halben Aequators, und B den Pol der Ekliptif vor; so sieht man leicht, daß ein jeder Punkt K in der Onde Raturt. 4.26, 9.2016.

Erde von ber Sonne nach ber Richtung KS, und ber Mittelpunkt C nach der Richtung CS angezogen Ift die Ziehfraft der Sonne in der Entfere nung 1 = F, so wird C mit der Rraft = , und K mit der Kraft FK angezogen. Coft man nun die Rraft ben K in eine nach C gerichtete und in eine nach der Richtung CS auf, fo wird durch die erfte bloß die Schwere des Punfts K gegen C verftarft. Aber Die zwente Traft verhalt fich jur Rraft SKa megen bes Parallelograms ber Rrafte, wie SC ju Sie ist also  $= \frac{F.SC}{SK^3}$ . Der Unterschied v Diefer Rraft, und ber, mit welcher C gejogen mirb, ift daher  $\frac{F.SC}{SK^3} - \frac{F}{SC^4} = F.SC \times \left(\frac{I}{SK^3} - \frac{I}{SC^3}\right)$ = SK3. SC (SC 5 - SK 5). If nun KL parallel mit BC, fo fann man ohne bas geringfe Bedenfen SK = SL = SC - LC feben. wied SK3 = SC3 - 3SC\*.LC, weil die höhern Potengen von LC als unendlich fleine Größen angus sehn sind. Es wird also  $v = \frac{1}{SK^3 \cdot SG^2}$  $\times_3 SC^4$ ,  $LC = \frac{3 F \cdot LC}{SK^3}$ . If also CL = wand SC oder SK = b, so wird  $v = \frac{3F.w}{h.5}$ . Stellt man sich also wals eine gleichartige Linie vor, die ju beiden Seiten von BC nach und nach bis D und

E machft, fo ift die Rraft fur jedes unendlich fleine

Eheilchen derfelben  $=\frac{3\,F\,w\,d\,w}{h^{\,5}}$ , und fur die gange Linie OK = LC  $\frac{3 \text{ Fw}^2}{2 \text{ h}^3}$ . Denn dieser Ausdruck ift bas Integral von 3Fwdw, und man hat bier feine beständige Große bepm Integriren nothig, da Die Rraft = o wird, wenn w = o'ift. Die Sonne giebt namlich alle Punfte, von einer Seite ber BC ftarfer und von ber andern fcmacher an als C. Daber giebn diefe die Linie BC gegen F, und jene gegen I, indem ich FI mit DE als parallel annehme. Ift nun die Linie DMB allenthalben von BC fo weit entfernt als ENB, alf OI = OM, fo giebn alle Theilden, swifden BC und ber einen ginie, Die BC eben fo fart auf die eine, als die Theilchen, amischen BC und der andern Linie, fie auf die andre Durch Diefe Wirfungen entfteht ein volliges Stite. Gleichgewicht, und wir baben daber nur auf Die Rrafte ber linien ju febn, Die wie MF außer ber gezogenen Linie DMB liegen. Es ift aber die gu . der Linie MF gehörige Kraft  $=\frac{3 \, \mathrm{F}}{2 \, \mathrm{b}^3}$ . (OF<sup>2</sup>—OI<sup>2</sup>).

Rimme man nun au, der Durchschnitt DAE sep elliptisch, welches man hier immer ohne einen merklichen Jerthum annehmen kann, wenn es auch nicht in aller Schärse so sepn sollte, so wird CA die halbe große Are ½ a, und CN die halbe kleine ½ c. Ik nun FG aus F auf CA senkrecht, und CG = x, FG = y, so wird c²x² + a²y² = ¼ a²c² (7. Brief 2. Anmerk). Will man nun, ankatt dieser, eine Sleichung schichen CO = z und OF oder OI = u haben, so muß man sich des Winkels ACD = AHF bedienen und seinen Sinus 3, seinen Ross

nus k nennen. So wird s:k = y:GH und GH =  $\frac{ky}{s}$ , also  $CH = x - \frac{ky}{s}$ . Herners: z = z : CHund z = s x - k y. Eben fo ift FH = y und HO  $=\frac{kz}{a}$ , also  $FH+HO=u=\frac{y}{a}+\frac{kz}{a}$  und su -kz=y. Da nun sx=z+ky ist, so wird x = ku + sz. Alfo verwandelt fich die erfte Gleis dung swifden x und y in folgende swifden zund u:  $(c^2k^2 + a^2s^2)u^2 + (c^2 - a^2).2ksuz +$ (c<sup>2</sup> s<sup>2</sup> + a<sup>2</sup> k<sup>2</sup>) z<sup>2</sup> = \frac{1}{4}a^2c^2. Macht man nnn der Aurge wegen caka + aas = A2; ks (a2-c2) = B2 und c2s2 + a2k2 = C2, fo erhalt man A 2 u 2 - 2 B 2 u z + C 2 z 2 = 1 a 2 c 2. Dars ans wird nach den gemeinen Regeln der Algebra  $= \frac{B^{2}}{A^{2}}z \pm V(\frac{a^{2}c^{2}A^{2}}{4} + B^{4}z^{2} - A^{2}C^{2}z^{2})$ :A2. Man fann diefen Ausbenck verkargen, weil B4-A°C° fo viel ausmacht als bas Quadrat von acs" + ack" negativ genommen. Da aber 8" + k2=1 ift, so wied acs2+ack2=ac, und das ber u = 4 z + ac / (4 A2 - z2): A2. Es ift namlich in unferm Falle OF = B2+acV(1/4A2-z2) und OI =  $\frac{B^2z - ac\sqrt{(\frac{\tau}{4}A^2 - z^3)}}{A^2}$ . Daher wird die jur kinie MF gehörige Kraft = 3F (OF2OP)  $= \frac{3F}{2h^3} \times \frac{4B^2 a cz V (\frac{1}{4}A^2 - z^2)}{A^4} = Dz V$ (1A2-z2), wenn man 6FB2 ac = D fest, -

Stellt man fich nun bie gange Linie CB in unente lich fleine Theilchen gerlegt por, so wird ein jedes an einer mit DE parallelen Linie, wie FO, liegendes unendlich fomales Rechted = udz und Die Rraft eines folden Streifdens an FM = Dz dz V (IA2-Z2), bas Moment aber Diefer Rraft, wenn man CB ale einen um C beweglichen hebel anfieht, = Dz2dz V (AA2-z2). Das Integral Diefes Unedructs ift: IDA2/dz V (IA2-z2)-1 Dz V ( A A 2 - z 2)3. Denn wenn man es differens girt, so exhalt man I DA2dz V (IA2-z2)  $-\frac{1}{4}DdzV(\frac{1}{4}A^2-z^4)^5+\frac{3}{4}Dz^8dzV(\frac{1}{4}A^4)$ -z2). Es ift aber \(\frac{1}{4}\) Ddz \(\lambda \lambda \frac{1}{4}\) A2 - z2)3 = \(\frac{1}{4}\)  $\mathbf{D} dz \left( \frac{1}{4} \mathbf{A}^2 - \mathbf{z}^2 \right) \mathbf{V} \left( \frac{1}{4} \mathbf{A}^2 - \mathbf{z}^2 \right) = \frac{1}{10} \mathbf{D} \mathbf{A}^2 dz \mathbf{V}$  $(\frac{1}{4}A^{2}-z^{2})-\frac{1}{4}Dz^{2}dzV(\frac{1}{4}A^{2}-z^{2}).$ man daber diefe Große von den beiden andern abzieht, fo bleibt nichts als Dzadz V ( Aa-z2), welches eben ber Musbruck fur bas Moment ber Rraft mar, der integrirt werden follte. Ben z = o muß das gange Integral verschwinden, und es ift baber feine beftandige Große nothig. Ift aber z = 1 A, fo vers fdwindet die eine Salfte Des Integrale, und es bleibt nichts als die andre übrig, beren Bebeutung fich leicht finden lagt. Denn wenn man (Sig. 145) mit dem Salbmeffer CE = IA einen Rreis ber foreibt, und es ift CN = z, so wird die fents rechte halbe Sehne NM = V CM = CN = V (AA2-z2). Ift nun n m ber N M unendlich nabe, so wied das Streifchen NMmn = dz V (4A°-z2); also ift das Integral davon ober ∫dz V (AA°-z°) ber Raum DCNM, der fich, wenn z = JA ift, in ben Quadranten DCED vers wandelt. Rennt man nun bas Berbaltnig bes Ums freises jum Durchmeffer p.: 1, fo wird ber Quadrant -DCED = IAA p und also das gange Moment,

wenn  $z = \frac{1}{2}A$  if,  $= \frac{1}{25\sigma}DA^4p$ . So graß find die Nomente in der halben Scheibe DAE (Fig. 153). In der andern Halben Scheibe DAE (Fig. 153). In der andern Halfte find sie eben so groß, und sie machen daher für die ganze Scheibe  $\frac{1}{128}DA^4p$  aus. Es ist nämlich  $\frac{1}{2}A = Cb$  der höchste Werth, den z haben kann, und der da Statt sindet, wo u, oder der Berührungslinie ist; wo also beide Worthe von u zusammensallen und  $\frac{1}{4}A^3 - z^2 = 0$  ist. Rennt man daher das Woment des ganzen Durchschnitts M, so wird  $M = \frac{1}{128}DA^4p = \frac{3}{34}FB^2acp$ , indem man, anstatt D, seinen Werth:  $\frac{6FB^2ac}{A^4b^8}$  sett, und b = 1 macht, welches fren steht. Schasse sach auf diese Art auch  $B^2$  weg, so wird  $M = \frac{3}{34}FB^3$ 

Stellt man sich nun die ganze Rugel vor, beren halber Durchschnitt DAE ist, so kann man durch sie unzählige mit diesem parallele Durchschnitte über ihm und unter ihm machen. Jeder wird eine der DAE ähnliche Ellipse senn, deren Aren sich leicht bestimmen lassen. Da nämlich der Acquator ein volls kommner Areis ist, so wird, wenn in der Eutsers nung CG = v (Fig. 145) vom Mittelpunkte ein Schnitt FI gemacht wird, die halbe große Are desselben FG =  $\nu$  (CF2 — CG2) oder da CF = CB =  $\frac{1}{2}$ a ist, =  $\nu$  ( $\frac{1}{4}$ a2 —  $\nu$ 2) senn. Die halbe kleine Are aber wird, da alle diese Ellipsen einander

abulich find,  $=\frac{c}{a}V(\frac{1}{4}a^2-v^2)$  sepn. Sest man also in dem oben gefundenen Ausbrucke  $\frac{3}{64}$ Facpks  $(a^2-c^2)$ , in dem Produkte ac  $(a^2-c^2)$ , austatt

- a, 2 
$$V (\frac{1}{4}a^{9} - V^{9})$$
, and  $\frac{2C}{a}V (\frac{1}{4}a^{9} - V^{9})$ , and

flatt c, so wird dasselbe =  $\frac{16c}{a^5}$  (a<sup>2</sup> - c<sup>2</sup>) ( $\frac{1}{4}$  a<sup>3</sup> -

 $\mathbf{v}^{a}$ )<sup>2</sup>, und das Moment einer seden unendlich dunnen Scheibe der Augel wird daher  $\frac{3 \operatorname{Fpksc}}{4a^5}$  ( $a^2-c^2$ )

( $\frac{1}{4}a^2-\mathbf{v}^2$ )<sup>2</sup>  $\mathrm{d}\mathbf{v}=\mathbf{E}$  ( $\frac{1}{4}a^2-\mathbf{v}^2$ )<sup>2</sup>  $\mathrm{d}\mathbf{v}$ , wenn man  $\mathbf{E}=\frac{3\operatorname{Fpksc}}{4a^5}$  ( $a^2-c^2$ ) sest. Das Integral aber von diesem Dissernstale ist  $\frac{1}{10}$   $\mathrm{Ea^4v}-\frac{1}{6}\mathrm{Ea^2v^5}$   $+\frac{1}{3}\mathrm{Ev^5}$ , und es braucht seiner beständigen Größe, weil es verschwindet, wenn  $\mathbf{v}=\mathbf{o}$  ist. Rimmt man aber  $\mathbf{v}=\frac{1}{2}a$ , so erhält man süt die eine ganze Palsstugel ( $\frac{1}{32}-\frac{1}{48}+\frac{1}{100}$ ).  $\mathrm{Ea^5}$  oder  $\frac{1}{40}\mathrm{Ea^5}$ , und sür die ganze Augel  $\frac{1}{30}\mathrm{Ea^5}$   $\mathrm{Ea^5}$   $\mathrm{Ea^5}$  Fpksca<sup>2</sup> ( $a^2-c^2$ ).

Der Inhalt einer elliptischen Afterfugel wird auf eben die Art berechnet, wie der Inhalt einer gemeis nen Angel. Sat die halbe Ellipfe, burch beren Ums Drebung fie entfieht, eine große Are, Die = a, und eine kleine, die = c ift, fo wird ber Inhalt ber Elipsoide = Fpaac = M. Alfo ift unfer Totals moment, wenn wir M aufatt & paac fegen, (Fig. 153) = 3 FMks (a2 - 62). Rennen wir nun den Winkel ACD, r. da sin. 2r = 2ks ift (III. B. Ginleit. 186), fo wird jenes Moment 3 FM. (a2 - c2). sin. 2 r. Es bezieht fich auf Die Linie CB, auf welche wir die Richtung der Rraftefenfrecht angenommen haben. Da'es aber ben einer Scheibe, die man breben will, gleichgultig ift, an welchem Puntte bes Umfanges man bie Rraft ane bringt, wenn fie nur die Richtung der Tangente bat, und die Erde als ein fester Rorper fich eben fo vers balt, fo wollen wir in A eine Kraft V aunehmen, deren Richtung in Die Ebne DAE fallt und auf AC = 3 a fenfrecht ift. Ift nun ihr Moment, 3 a V, dem gefundnen Totalmomente 3 F . M (a2-63) sin. 2 rgleich, so wird V =  $\frac{3 F.M}{20 a}$  (à 2— c 3) sin. 2 r. So groß ift also die gange Kraft, mit welcher die Sonné den Punft A, sentrecht auf A C, zu drehen sucht, wenn man sie sich in diesem Punfte angebracht vorstellt.

Da nun die Erde fich um ihre Are brebt, fo orlangen alle ihre Theile, durch die Drehung gewiss fe Arafte, mit welchen fie jeder Beranderung Diefer Drebung widerfiebn. Diefe Rrafte verhalten fich überall, wie ihre Schwungfrafte, alfo wie das Pros duft aus der Maffe eines Theilchens in feine Entfers nung von det Are \*) (35. Brief 1. Anm.). alfo DAE (Sig. 131) eine gleichartige Scheibe, welche fich um ihren Mittelpunkt brebt, ibr Salbe meffer SE = Fa und irgend ein Theil von ibm SH = x, fo wird der gange mit SH beschriebene Umfreis = 2 px. und der unendlich fcmale an ibm liegende Ring = 2pxdx. Diefe Große fann jus gleich die Daffe bes Ringes ausbrucken. wird feine Rraft = 2px°dx. Bare in E die Maffe N, welche fich jugleich mit drebte, fo wurde ihre Rraft = 1 a N, und daher, wenn fie nach der entgegengefesten Seite ginge, an dem Sebel S E mit der Rraft bes Ringes im Bleichgewichte fenn, wenn die Momente beider Rrafte einander gleich fenn mochten. Go mare I a2N = 2 px3 dx und daher  $N = \frac{8 p x^3 d x}{a^2}$ . Da nun das Integral von diefer

Srbfie  $=\frac{2p \times 4}{a^2}$  ift, fo folgt, daß eine Maffe, die

 $=\frac{2 p x^4}{a^2}$  iff, in der Entfernung  $\frac{1}{2}$  a von S, in E angebracht, durch die Orehung der Scheibe eine Kraft erhält, deren Moment der Summe der Momente der

Dan febe ben feche und vierzigften Brief.

Rrafte aller Theilchen der gangen Scheibe SH gleich ift; oder daß eine folche Maffe, wenn sie in E durch eine ihrer Kraft gleiche aber entgegengesette Kraft getrieben werden machte, mit der Kraft der gangen Scheibe das Bleichgewicht halten wurde.

Ift nun BDE (Fig. 145) ein halber Rreis, der durch sein Umdrehen um die Are BE eine Rugel beschreibt, und man nimmt die halbe auf CE senkrechte Sehne M N = x,  $CE = \frac{1}{2}a$  und CN = z; so beschreibt M N eine solche Scheibe, als die vom Halbmesser SH, welche wir eben bes trachtet haben. Diese erhält eine unendsich kleine Dicke, wenn man N n = dz annimmt, und so wird die in der Entsernung  $\frac{1}{2}a$  von N nothige Masse, um das Sleichgewicht zu halten,  $\frac{2px^4}{a^2}dz$ ,

Es ist aber  $x^2 = \frac{1}{4}a^2 - z^2$ , also  $\frac{2px^4dz}{a^2} = \frac{2p}{a^2}$  ( $\frac{1}{10}a^4dz - \frac{1}{2}a^2z^2dz + z^4dz$ ). Das Integral. Dieser Größe ist  $\frac{2p}{a^2}$  ( $\frac{1}{10}a^4z - \frac{1}{6}a^2z^5 + \frac{1}{5}z^5$ ).

Reine beständige Größe ist hier nothig, weil alle Kräfte verschwinden, wenn z=o ist. Ist aber  $z=\frac{1}{2}a$ , so erhält man für die halbe durch den Quadranten CDE beschriebene Rugel 2 pa $^{5}$   $(\frac{1}{32}-\frac{1}{48}+\frac{1}{100})$  oder beschriebene Rugel 2 pa $^{5}$   $(\frac{1}{32}-\frac{1}{48}+\frac{1}{100})$  oder, da der Inhalt der Rugel  $S=\frac{1}{5}$  pa $^{5}$ , oder, da der Inhalt der Rugel  $S=\frac{1}{5}$  pa $^{5}$  ist,  $\frac{2}{5}$  S=N. So groß muß also eine Masse sen, wenn sie in D. in der Entsernung  $\frac{1}{2}$  a von C, durch die Orehung der Rugel ein Moment erlangen soll, welches der Summe aller Momente der Kräste der ganzen Rugel zusammen gleich ist.

Rimmt man an, bag BDE nicht ein halber Rreis, fondern eine halbe Elipse ift, welche durch

daher diese Kraft durch  $\frac{2}{3}$  M, so erhält man  $\frac{3}{8a}$  F.  $(a^2-c^2)$ . sin. 2 r, als die Elementarfraft der Sonne v. Berbindet man diese Kraft nach ihrer Richtung mit der aus der Drehung entspringenden Kraft, welche die Masse  $\frac{3}{4}$  M bereits hat, so läßt sich daraus der Rückgang der Nachtgleichen berechnen.

Der Winkel ACD oder r (Fig. 153) ist offens bar die Abweichung der Sonne. Je größer diese also ist, um desto größer ist auch die Kraft der Sonne v. Sie nimmt zu, von den Rachtgleichen bis zu den Sonnenwenden, und wird immer kleis ner von den Sonnenwenden bis zu den Nachtgleichen. Da der Aequator durch sie immer gegen die Ebne der Ekliptik gezogen wird, so vermehrt sich die Schiese der letztern von den Rachtgleichen bis zu den Sonnenwenden, und vermindert sich hers nach wieder. Indessen ist diese Beränderung sakt ganz unmerklich, in so weit sie von der Sonne herrührt. Es mag sich aber die Schiese der Ekliptik permehren oder vermindern, so gehn die Rachts

gleichenpunkte jugleich immerfort, fo wie die Rnosten der Mondbahn, der Sonne entgegen.

Es fen (gig. 154) ADB der Mequator, AEB Die Efliptif, N der Pol und C ber Mittelpunft ber Erde, NDE aber ein Abweichungsfreis, fo ift DE ober ber Winfel D C E = r Die Abweichung ber Conne, wenn fie fich in der Linie CE befindet. Dat nun die Sonne den Punft bes Aequators D in der Beit de durch Dd gezogen, so ift Dd = gvdt2. Denn es ist aberhaupt 2 g v t = c und c = + (26. Brief 1. Anmert.), also gvt3 = s, oder wenn t unendlich flein ift, gvdt2 = ds = Dd. Jeder Punft des Aequators, alfo auch D, geht in einer Stunde burch 15 Grade, oder burch an ap, weil ber gange Umfang bes Acquators, nach unfrer Bezeichnungeart = ap ift, und wir hier, ben fo febr fleinen Bewegungen eine Stunde gur Ginbeit annehmen fonnen. Ift alfo D in der Beit dt durch den Bogen FD gegangen, so wird FD = 1 apdt. Es verhalt fic aber, da ben D ein rechter Binfel ift, in dem unendlich fleinen Drepecte FDd, welches man als geradlinicht ansehn fann, Fd:Dd = 1:

sin. DFd. Und ba FD = Fd ist, so wird sin.  
DFd = 
$$\frac{Dd}{FD} = \frac{24gvdt}{ap}$$
.

Ferner ist F die gleichförmige Kraft der Sonne in der Entfernung der Erde, die wir = 1 anges nommen haben. Ist also S der Raum, durch wels chen die Erde in einer Stunde gegen die Sonne fals len wurde, wenn sie rubte, so wird gF = S und dahet sin. DF d =  $\frac{9S(a^2-c^2) \cdot \sin \cdot 2r \cdot dt}{a^2p}$ .

Es ift aber ben der Erde pochst wahrscheinlich, wie

Sie in der Folge sehen werden a: c = 178: 1777olso  $\frac{a^2-c^2}{a^2} = 1 - \left(\frac{c}{a}\right)^2 = 0.011205$ . Also wird sin. DFd  $= \frac{S.\sin.\ 2r.\ dt}{D}$ . 0,100845.

Wenn also nach der Zeit dt der Nequator der Erde die {age FdGH hat, so sind die Nachtgleis chen um den Winkel BCG zurückgegangen. Ist nun der Bogen BH auf FH senkrecht, so hat man in den beiden rechtwinklichten Orepecken FBH und GBH, wenn man die Neigung der Ekliptik FBG oder FGE = BGH, m nennt, r: sin. FB= sin. BFH: sin. BH und sin. GB: 1 = sin. BH: sin. m (12. Brief Unmerk.), also sin. GB: sin. FB = sin. BFH: sin. m. Daher wird sin. GB oder, welches einerlen ist, sin. GCB= sin. FB. sin. DFd

sin. m

AD macht mit DB 180°. Beide Vogen haben also einerlen Sinus. Daher wird sin. GCB =  $\frac{\sin. AD.\sin. DFd}{\sin. m} = \frac{S \sin. 2r.\sin. AD}{p.\sin. m} dt.$ 0,100845.

Da wir hier die Erde außer ihrer Drehung als unbewegt ansehn, so mussen wir, anstatt ihres Laufs, den scheinbaren lauf der Sonne sehen. Seseht also, der Weg der Sonne AE, von dem Nachtgleichens punkte A an gerechnet, seh = x, und e der Weg in einer Stunde, die wir hier als die Einheit der Zeit ansehn, so wird e: 1 = dx:dt, und dt = dx

Erner ist sin. AE: sin. AD = cos. DE: cos. DAE (12, Bries. Ann.), oder sin. x: sin.

sin. x. cos. m AD=cos. r: cos. m, alfo sin. AD= Da nun auch 1: sin. AE = sin. DAE: sin. DE. ober : sin. x = sin. m : sin. vift, fo wird sin. r = sin. A D , sin. sin. x . sin. m, und sin. m 2. sin. x. cos. m. sin. r = 2 cos. m (sin. x) \* sin. m weil sin. 2 r = 2 sin. r. cos. r ift. Folglich ift 2 S. cos. m(sin. x) \* d x sin. GCB: -,0,100845. рe Es ist aber sin. xdx = - d (cos. x) ( III. Einl. 243) und CN (fig. 145) = cos. x, N<sub>1</sub>M = sin. x, wenn ber Bogen EM = x, und CM = CE = 1 iff. Daber ift bas Rechted MNmn = sin. x . d (cos. x). Das Integral also von - sin, x, d (cos. x) oder von (sin. x)\* dxift, ber Raum EMN, weil EN = 1 - cos. x. alfo Nn, als bas Differenzial von EN, negativ wird. . Ift alfo x dem gangen Umfreife 2 p des Rreis ABDEA gleich, Deffen Durchmeffer = 2 ift (und Diefer Rall findet nach dem Berlaufe eines gangen Sabres Statt, Da Die Sonne wieder in benfelben

 $\frac{2 \text{ S. cos. m. 0/100845}}{e} = \frac{0/184915 \text{ S}}{e}, \text{ well cos.}$  m = 0/916828 iff.

Nachtgleichenpunkt zurücklehrt, von dem fie ausges gegangen war), so wird unser Integral = p. Es ift also der Sinus des Winkels, um welchen die Nachtgleichen, durch die Wirkung der Sonne, in einem Jahre zurückgehn muffen, oder sin. A =

Ift nun ADFA die Bahn ber Erde, (Fig. 34) und AD der Bogen, den fie in einer Stunde durchs lauft, AB aber die Sangente an A, und C der Mits

telpunkt, so kann man die Linie CB als parallel mit CA ansehn, weil AD sehr klein ist. Wennt daher EDimit AB parallel und AF ein Durchmess ser ist, so wird AE. EF = ED2. Man kann aber BD = AE als den Raum Sansehn, durch welchen die Erde in einer Stunde gegen die Sonne fällt, und der Bogen e oder AD ist von seis nem Sinus ED fast gar nicht verschieden, AF = EF aber haben wir = 2 angenommen.

wird e: S = 2:e und  $\frac{S}{e} = \frac{1}{2}$  e = 73,9", weil die Erde ins Mittel in einer Stunde durch 2 Minnten 27,8 Sef. oder durch 147,8 Sef. geht. Da sich nun kleine Winkel verhalten, wie ihre Sinus, so ist A = 0,184915 · 73,9" = 13,66." So viel trägt die Sonne zum jährlichen Rückgehn der Nachts gleichenpunkte bep. In Ansehung des Rondes sieht man aus dem Ansange dieser Anmerkung, wenn seine Entsernung von der Erde = m, seine Ziehkraft aber, in der Entsernung 1, = fist, daß die Kraft, womit er die Theilchen der Erde stärker oder schwächer

anzieht als ihren Mittelpunkt, sich wie  $\frac{1}{m^3}$ , also zu der ähnlichen Kraft der Sonne gerade wie seine Masse und umgekehrt wie der Würfel seiner Entsernung von der Erde verhält. Nun ist die Sonne 400 Mal weiter von der Erde als der Mond, ihre Wasse aber 24152170 Mal größer, wenn man die Wasse des Mondes  $\frac{1}{\sqrt{10}}$  der Erdmasse setzt. (38. Bries). Also wirkt der Mond 2,65 Mal stärter als die Sonne, und treibt die Nachtgleichenpunkte um 36,2" jährlich zurüch, welches mit der Ersahrung auss genaueste übereinstimmt.

## Funf und vierzigfter Brief.

Laffen Sie uns nunmehr zu dem Kalle schwerer Kors per auf geneigten Ebnen jurucffebren, nachdem wir Die Bewegungen burch Zentralfrafte binlanglich unters Wenn ein fowerer Puntt bloß burch fucht baben. fein Gewicht auf mehreren an einander gefügten Ebnen AB, BC, CD (Fig. 49) herunterrollt, und wir nehmen indeffen an, bag er durch die Berandes rung feiner Richtung in den Ecfen B, C, nichts von feiner Gefdwindigfeit verliert, fo feben Gie leicht, Daß er fich im Berunterfteigen vollig eben fo verhals ten muß, als wenn er auf einer einzigen Cone bers abrollte, es mogen fo viele Ebnen jufammengefügt fenn als man immer mill. Denn giebn Sie durch A Die Sorizontallinie FI, verlängern Sie alle Ebnen bis an fie, in E, F u. f. w. und laffen Sie aus ibr . Die vertifalen ginien HB, GC, IL auf Die Ebnen berab; fo begreifen Sie fogleich, baf ber aus ber Rube aus A herabrollende Punft, wenn er in B ans fommt, die ju ber Sobe HB geborige Gefdmindigs . feit bat. Wird nun bier feine Richtung, obne ben geringften Berluft feiner Geschwindigfeit, nach BC verandert, fo verhalt er fich in B, auf dem Anfangse puntte ber Ebne BC, vollig eben fo als wenn er aus EB beruntergefallen mare. Er gebt alfo burch BC auch eben fo, und hat in C die ber Sobe GC geborige Gefdwindigfeit. Eben fo fabrt er, wenn er in C feinen Berluft leidet, fort, auf CL berabs jurollen, und bat in L die Gefdwindigfeit ber Dobe IL u. f. w. \*)

<sup>\*)</sup> Ran febe ben swen und brepfigften Brief.

Die Bedingung, daß durch die Beranderung ber Richtung feine Bewegung verloren geht, laft fich nun frenlich ben geneigten Chnen von einer beträchts lichen Große, Die unter ansehnlichen Winkeln gufams mengefügt find, nicht annehmen; allein fie findet ben frummen glachen ohne Ausnahme Statt, Die man als Spfteme unendlich fleiner unter unendlich fleinen Winteln an einander gefügter Conen anfebn fann. \*) hier geht burd die allmähliche Berandes rung ber Richtung bon ber Bewegung nicht bas geringfte verloren, wenn fie gleich noch fo lange Dauert, und es folgt bierans, wenn AC eine vers tifale, fleife, frumme Linie ohne alle Reibung, AB aber eine bortzontale Linie ift,-in welcher E liegt, daß ein schwerer Punft, der aus A bloß durch fein Sewicht auf ber erftern berabrollt, in jedem Orte D eine Gefdwindigfeit baben muß, welche ber Bobe DE jufommt.

Eben so wird ein schwerer Punkt, der aus dem Punkte D (Fig. 74) auf der geneigten Sbne D C, nach der Richtung D C, mit einer der Höhe GD zusommenden Seschwindigkeit in die Höhe gessstößen wird, durch das Spstem geneigter Sbnen D C, C B, B A, bis zu der durch G gehenden horizontalen Linie A G, mit verzögerter Bewegung, aussteigen, wenn er weder in den Ecken C, B durch die Veränderung seiner Richtung, noch sonst durch irgend einen Widerstand etwas von seiner Bewegung verliert. Denn wenn Sie die Sonen B C, A B bis auf die Horizontallinie D I verlängern, so sehen Sie leicht, daß der Punkt in C die zu der Höhe F C gehörige Seschwindigkeit hat.

<sup>\*)</sup> Man febe den funf und brepfigften Brief. '

pat. \*) Wied also hier seine Richtung, ohne einis gen Berlust seiner Bewegung, verändert, so hat et, wenn er in B ankommt, dieselbe der Höhe E B zukommende Geschwindigkeit, die er haben wärde, wenn er aus H mit derselben ansänglichen Geschwindigkeit, nach der Richtung HB, geradezu die in B ausgestiegen wäre. Eben so geht er durch BA, als wenn er gerade aus F käme, und hat daher in jedem Orte N, während seines Ausscheins die der Höhe M N zugehörige Geschwins digkeit.

Benn also ACD (Rig. 75) irgend eine frumme Reife Linie ohne Reibung in einer vertifalen Cone, und DA borigontal ift, fo rollt ein fcmerer Punft, Den man in A auf fie legt, burd fein Bewicht bis jum tiefften Punfte C berab, und bat bafelbft eine jur Bobe BC geborige Gefdwindigfeit nebft einer borigontalen Richtung. Er fangt alfo mit Diefer Richtung und Gefdwindigfeit an, burch CFD aufzusteigen, bis er wieder in dieselbe boris jontallinie D A fommt, aus welcher er gefallen ift. Un jedem Orte F bat er Die ju ber Sobe EF gehörige Sefdwindigfeit, und geht, nachdem in D feine gange Bewegung durch das Auffleigen vernichtet worden ift, aus D durch fein Gewicht wieber nach C juruct. Bon ba fleigt er nach A, feine Schwingung (oscillatio) denn fo nennt man diefe Bewegung, wieder bon born ans jufangen. Co murde eine fleine glatte Rugel auf einer frummen glatten Alache obne Ende fort immer bin und ber rollen, wenn nicht die Reibung und der Biderftand ber Luft ibre Bewegung immer mehr fomaden und gulett gang vernichten mochte.

<sup>, \*)</sup> Man febe ben vier und brenfigften Brief.

Sie steigt daber, wenn man sie aus A laufen täst, nicht völlig bis D. Ben der Ruckehr bleibt sie von A noch weiter entfernt als vorher von D. Jede ihrer Schwingungen, das heißt: jeder hins gang aus A nach D, oder auch jeder Ruchgang aus. D nach A, ist immer kleiner als der vorherges hende; und so hort zulest ihre ganze Bewegung aufsindem sie in C ruhig liegen bleibt.

Es ift mobl feine Bewegung auf Der Erde, Die auf eine immermabrende Dauer mehreren Anfpruch machen fonnte als Die Schwingung. Rorper, welche fich bin und ber fdwingen, leiden oft nur eine ungemein geringe Reibung, und Die Luft widerfieht ibnen auch nur febr wenig, befonders wenn fie fich langfam fdwingen. Dennoch bort ibre Bewegung allemal julest ganglich auf. Bie viel mehr muß dieses nicht ben Maschinen Statt finden, wo die Reibung febr viel größer ift. Daber muffen wir ibre Bewegungen durch das Aufziehn ihrer Gewichte ober gedern von Beit ju Beit erneuern, oder es mufs fen fonft andre außerliche Urfachen ibre Theile ziehn Eine Mafchine alfo, Die Dergleis oder forttreiben. den außerliche Urfachen gar nicht nothig bat, fons bern burch ibre innern Rrafte, wenn fie einmal in Bang gebracht morden ift; obne Aufhoren fortgebt, mit einem Borte: ein Dervetuum mobile, ift ein Undina.

Unter den frummen Linien, auf welchen, wenn fie in einer lothrechten Sone liegen, ein schwerer Punkt durch sein eignes Gewicht sich hin und her schwingen kann, ist die Radlinie (Cyclois) vors züglich merkwürdig. Sie hat ihren Ramen daher, weil jeder Punkt A eines Rades (Fig. 71), welches auf einer Sone AG fortgeht, indem es sich zugleich um seine Are dreht, diese Linie beschreibt. Stellen

. Sie fich einen Rreis vor, ben man ben ergeugene den (circulus generator) nenut, der fic auf ber geraden linie AG immer fo fortwaltt, bag jeder . Punft feines Umfanges A fic eben fo gefdminde rucks marte brebt, als fein Mittelpunft vormarte fortgebt, fo muß f. B. Das Stud AD jener geraden Linie, welche man die Grundlinie nennt, dem Bogen DB gleich fenn, wenn der Mittelpunft C des Rreis fes burch CO = AD gegangen ift, und ber Puntt A fich jugleich burch DB gedreht bat, alfo fich in B befindet, wenn C in O ift. Sieht man nun A als ben beschreibenden Punft an, fo liegen Die Puntte A. und B in der Radlinie. Sat A feinen halben Ums lauf vollendet, und befindet fich diefer Pantt alfo in E, so, daß EF auf AG sentrecht ift, so ift AF dem balben Umfange des Preises gleich und ABE Die balbe Rablinie. Rommt aber ber befchreibende Punft, nach einer gangen Ummaljung, in G, wieber in die Linic AG. so ift AG dem gangen Umfange bes erzeugenden Rreifes gleich, und AEG eine gange Radlinie. Ihre Ure ift Die in ber Ritte ber Grunde linie auf diese fentrechte E F. 1

Ist also (Kig. 155) FG die Crundlinie, BA die Are und BMAB der erzeugende Areis der Radslinie FAG, so sehen Sie leicht, wend Sie aus irgend einem Punkte M des Umkreises eine gerade Linie mit FG parallel ziehn, bis sie der Radlinie in D begeguet, daß diese Linie MD dem Rreisbos gen AM gleich sehn musse. Denn machen Sie DV = MP, ziehn Sie DS und VH mit AB parallel, und verlängern Sie DM in P, so ist BS=PD, Es ist aber auch HS=VD=PM, weilt die Areise HD und BM einander gleich sind. Rehmen Sie also von BS die HS, und von PD die zleiche PM ab, so bleibt BH=MD, Es ist

aber FH dem Bogen HD oder BM und FB dem halben Umfreife, also BH dem Bogen AM gleich. Also ift auch MD diesem Bogen gleich.

Biebn Sie an M und D Berabrungelinien, welche die ju A geborige Berührungslinie in E und T burchichneiben, fo ift allemal ben einem jeden Rreise AE = EM. Ift nun die Linie dmp ber DMP parallel und nabe, Mm ein Theil der Tans gente ME, und AM auf die Linie PD in o vers långert, fo wird, wegen ber Mebnlichfeit ber Dreps ede mEA, mMo, Mo = Mm. Gegen wir alfo DP und dp fenn einander unendlich nabe, fo ift Mm als ein unendlich kleiner Theil des Bogens Am M anjufebn, und diefe Mm ift ber Unterfchied zwischen ben beiden Rreisbogen Am M und Am. Da unn Mo = Mm, und DM bem Bogen Am M, dm aber bem Bogen Am gleich ift, fo ift Mo ber Unterfcied zwischen MD und md, alfo Do = dm und om ober Am mit ber Langente DT parallel. Benn alfo irgend zwen Punfte, wie D und M, beide in einer mit FG parallelen Linie liegen, so ift die zu dem einem Punfte geborige Tangente Der Radlinie, wie DT, ber gum anbern Bunfte bes erzeugenden Rreifes, aus bem unterften Punfte ber Ure A gejogs nen Sehne AM parallel. Denn ba AM und Am einander unendlich nabe find, fo feben Sie leicht, daß beide parallel unter fich angefeben werden muffen.

Aus diesem Sate folgt sogleich ein andrer sehr merkwärdiger Sat, den zuerst Hungens, so wie viele andre Eigenschaften entdeckt hat, durch welche sich die Radlinie vor andern krummen Linien ausszeichnet. Besindet sich nämlich eine steise Nadlinie FAG in einer lothrochten Ebne, und man legt irgendwo in F oder D einen schweren Punkt auf fle, und dieser schwingt sich auf ihr ohne alle Reibung:

und ohne irgend einen andern außerlichen Wider, frand, so vollbringt er eine jede feiner Schwingungen in einer Zeit, die fich zu der Zeit des frenen Halles durch die Are BA, wie der Umfang eines Kreises zu seinem Durchmeffer, oder wie per verhält.

Da es gang gleichgultig ift, ob man ben fcwes ren Rorper in dem bochften oder in irgend einem andern Puntte Der Radlinie auf fie legt, und bie Zeit feiner Schwingung bennoch allemal bie angegebne Grife bat, fo feben Sie angenfcheinlich, baf alle bergleichen Schwingungen, fie mogen großer ober Bleiner fenn, immer in millig gleichen Beiten gefchebn, indem ber Rorper, welcher größte Schwingungen macht, burch eine größre Sobe faut, alfo auch mehe vere Geschwindigfeit bat, und beschalb auch einen größern Raum in eben berfelben Beit burchlauft als ein andrer, deffen Schwingungen fleiner find. Daber nennt man auch die Radlinie die gleichzeis tige Linie (linea isochrona, tautochrona). Sie verbalt fic auf eine abnliche Mrt, wie der Rreis, durch beffen geneigte Sebnen ein fcmerer Puntt auch immer in gleicher Beit berablauft, fie mogen langer oder farger fenn. (32. Brief)

Ziehn Sie Me sentrecht auf mo, so wird mo = eo. Da nun mo der Unterschied zwischen den Sehnen Am und AM, und mo = dD der Untersschied zwischen den Bogen AdD und Ad, der lestre Unterschied aber allemal doppelt so groß ist als der erstre; so solgt, daß auch der Bogen AdD doppelt so groß ist als die Sehne AM, und daß also die halbe Radsinie ADF = 2 AB ist.

Wenn also (Fig. 78) AGF eine halbe fleise Radlinie, AH = FC ihre Are, und HF = AC ihre halbe Grundlinie ift, so flellen Sie fich eine der AGF gleiche, vollig biegsame, geometrische Liuie

in F befestigt, und bis in A um fie gelegt vor, Die hierauf nach und nach von AGF abgezogen, jugleich aber immer gefpannt wird, und Sie feben leicht, baß Das Ende Diefer Linie einen Bogen A E D befchreis Diefer aber wird eine ber AGF abnlice Denn gefest, Sie haben die halbe Radlinie fenn. biegfame Linie bereits bis an irgend einen Ponft G von ber AGF abgezogen, fo, baf ihr gerader ge fvannter Ebeil Die Lage GE but, fo ift GE bie Berührungefinie der Radfinie an G. Gefest, fie foneibe die AC in N. HKA fen ber balbe erzens gende, und über ber verlangerten FC, CLD ein ibm gleicher balber Rreis, IKG aber mit HF parak lel, und CM = AI; fo ift erftic die Gebne AK, folglich auch, wenn man ML mit IK parallel giebt, die Sehne CL parallel mit G B. Rerner ift G N E dem Bogen GA gleich, alfo doppelt fo groß als AK ober CL. Da nnn GN = AK ift, fo muß auch EN = AK = CL, folglich ELM mit AC varallel fenn. Mun ift KG ober AN dem Bogen AK oder CL, und AC dem halben Umfreise AKH oder CLD, alfo NC = EL dem Bogen LD Alfo ift A E D offenbar eine balbe Radlinic Deren erzeugender Rreis CLD, die alfo der AGF åbnlich und gleich ift. 3

Sind also an der lothrechten Linie FD zwey halbe abnliche und gleiche steife Radlinien AGF und BF lothrecht an einander zesest, zwischen ihnen aber besindet sich eine völlig biegsame, geometrische, unten ben E mit einem schweren Punste belastete Linie, in F besestigt, so muß diese, wenn man sie anstößt, sich immer in gleichen Zeiten hin und her schwingen, indem ihr schwerer Punst eine Radlinie AEDB beschreibt, die den Radlinien AGF und BF abnlich und gleich ist.

#### Anmerkungen.

- 1. Man nennt die Radlinie, von welcher hier die Rede ist, die gemeine (Cyclois ordinaria). Denn man kann sich auch vorkellen, daß sich ein Rad auf einer krummen Fläche fortwälzt. Daraus ents stehn andre Arten der Radlinien, unter welchen die Spizykloiden die bekanntesten sind. Sie werden erz zeugt, wenn ein Kreis sich von außen auf einem andern Kroise fortwälzt. Die Breunlinien der sphärrischen Johlspiegel sind dergleichen Linien, und die Jähne der Mühlräder muffen epizykloidisch gekrümmt sepn, wenn sie gut sepn sollen.
- 2. Es sep die Are AB der Radlinie FAG (Fig. 155) = a, und irgendwo in K werde ein schwerer Punkt auf die Radlinie gestigt. Wan ziehe IK wagrecht und parallel mit BG auf die lothrechte Are AB, und beschreibe über dem Durchmesser AI = 2 r den halben Kreis IRA. Es sep serner IP = x und PN, nebst der ihr unendlich nahen pn mit BG parallel, davon die erstre den Kreis ARI in R, und den Kreis AQB in Q durchschneis det; so ist AP = 2 r x, und PR = 1P. AP also, wenn PR y heißt, y = 2 r x x und y dy

$$= rdx - xdx$$
 und  $\frac{(r-x)dx}{\sqrt{(2rx-x^2)}} = dy$ .

Es ist aber das Quadrat des unendlich kleinen Bogens  $R r = dy^2 + dx^2$ . Also wird  $R r^2 = \frac{(r^2 - 2rx + x^2 + 2rx - x^2) dx^2}{2rx - x^2}$  und  $R r = \frac{(r^2 - 2rx + x^2 + 2rx - x^2) dx^2}{2rx - x^2}$ 

$$\frac{r\,d\,x}{V\,(2\,r\,x\,-\,x^2)}$$

Wenn der Puntt aus K in N antommt, fo ges bort feine Geschwindigkeit c ju der Sobe IP = x.

Sie ift also = 2 V g x. Ift nun die Zeit einer gangen Schwingung = t, fo wird bie Zeit dt, ba der Punft durch Nn geht, 2Vgx' hier feine Bewegung als gleichförmig anfebn fann. Es ift aber, wenn qn fenfrecht auf PN ift: Nn: nq = AQ: AP, und AQ: AP, weil BQA ein rechter Bintel ift, wie BA: AQ. . Alfo ift auch BA": AP, BA = AQ": AP" und AQ: AP = VBA: VAP = Nn: nq; folglich Nn =  $\overline{V(2r-x)}$ , weil nq = Pp = dx ift. wird dt' =  $\frac{dx \sqrt{a}}{2 \sqrt{g} (2rx - x^2)} = \frac{Rr \sqrt{a}}{2r \sqrt{g}}$ . Rommt nun der Punft von K bis A, fo ift das Integral von Rr=IRA=pr, und die Zeit ift aledann = &t. Es is also  $\frac{1}{2}t = \frac{prVa}{2rVg}$  und  $t = \frac{pVa}{Vg}$ . man nun die Zeit des frepen Falles durch a, = BA, T, so wird g: a = 1:  $T^*$  and  $T = V \frac{a}{g}$ . demnach t = p T, ober die Zeit einer Schwingung, der Ort K mag liegen wo man will, ift ju der Zeit des frepen Falles durch BA, wie p:1.

3. Man nennt solche Linien, aus denen durch Die Abziehung eines Fadens andere Linien erzeugt werden, die Evoluten der lettern Linien. So ift die Evolute der Radlinie auch eine Radlinie.

#### Seche und vierzigfter Brief.

Sie begreifen leicht, baf ein fcwerer Puntt fic blof durch feine eigne Schwere fdwingt, er mag nun an einem vollig biegfamen 'immateriellen gaben bans gen und eine gewiffe trumme Linie beschreiben, nache dem man ihn aufgeboben bat und bernach fallen läßt, ober er mag auf einer abnlichen und gleichen fteifen frymmen Lipie bin und ber laufen. Denn in beis den Kallen wird feine Richtung allmablich, ohne Den geringften Berluft feiner Befdmindigfeit, geans bert, und es ift, außer feinem eignen Gewichte, weiter nichts ba, mas in feine Bewegung einigen Einfluß haben tounte. Der Raden thut burch ben Bufammenbang feiner Theile eben baffelbe, mas Die -fleife Linie durch ihren Widerftand bewirft, und er wirft auch nach einerlen Richtung, wenn ber fcmere Bunft in beiben Rallen einerlen Linie burchlauft.

Ein jeder fcmerer Romer, ber an einem Saden oder an einem Drathe ober en einer Stange von einem feften Bunfte berabbangt, fo, daß er burch fein Gewicht fich um ibn fowingen fann, beift ein Dendel. Da bergleichen Schwingungen bors juglich gefchickt find, Die Beit ju theilen und ju meffen, fo verbienen fie eine umftanblichere Unters fudung und Berechnung. Man ftellt fic Unfange, fo mie wir bisher gethan baben, blog einen eine - zigen fcmeren Punft an bem einen Ende einer geometrifchen Linie bor, beren andrer Endpunft Diefes Pendel nennt man ein ein faches, fest ist. und die Entfernung feines ichmeren Punttes von Dem feften Aufbangepunfte macht feine gange aus.

Es ift freglich bloß im Berftande und nicht in ber Ratur moglich; aber man muß nothwendig ben ibm anfangen, wenn man fic von der Bewegung ber wirklichen Pendel beutliche Begriffe machen will. Indeffen fann man es bennoch auch ben Sinnen . einigermaßen barftellen, wenn man an einen febr feinen und fehr leichten Raben eine fleine Rugel von Bleg bindet, und fie fo an einem feften Puntte aufbanat. Denn ba bas Bewicht eines folden Radens, in Ansehung des Gewichts der Rugel, gang unbetrachtlich ift, fo fann es auf Die Bemes gung ber lettern auch feinen betrachtlichen Ginflug baben. Und eben fo fann man Die flene Rugel. oder vielmehr ihren Mittelrunft, befonders menn ber Raden lang ift, ohne fonderlichen Brethum, als ben fcweren Buntt Diefes einfachen phofis fden Benbele anfebn.

Wenn ein einfaches Pendel FD (Sig. 78) in F aufgehangen ift, und um D berum nur febr fleine Schwingungen macht, fo feben Sie leicht, daß es fich auf einerlen Art fowingt, es mag nun zwischen ben fleifer Radlinien AGF, BF bangen, ober fich gang fren bewegen. That bat die Radfinie AEDB ben D einerlen Rrummung mit einem Rreife, beffen Salbmeffer FD ift'; und es schwingt fic baber bas Pendel in diesem Rreise eben so, als in der Radlinie um D. Man fann beffhalb fagen, baf alle febr fleine Schwingungen eines einfachen Pendele, fie mogen etwas großer ober etwas fleiner fenn, gleicht feitig oder isochron find, und daß die Zeit einer jeden unendlich fleinen Sowingung fich ju ber Beit bes frenen Ralles burch Die halbe Penbels lange verhalt, wie ber Umfang eines Rreifes ju feinem Durchmeffer. Denn Sie begreifen . leicht,

daß der Durchmeffer AH ober CD des erzeugens den Kreises der halben Länge des einsachen Pens dels gleich ift, weil diese durch die Entsernung FD des schweren Punkts D von dem Aushänger punkte F gemessen wird.

Aus diefem Sage fließen verschiedne fehr wichs tige Folgerungen. Die erfte ist: daß man die Zeit am besten: durch die sehr kleinen Schwingungen eines Pendels in gleiche Theile theilen kann. Denn wenn gleich die schon an sich sehr kleinen Schwins gungen des Pendels durch die Reibung und den Widerstand der Luft immer noch mehr verkleinert werden, so bleiben sie dennoch immer gleichzeitig, so lange die sie zulest ganz aushören, wenn sonst nur das Pendel immer von gleicher Länge bleibt.

3wentens verhalten fich Die Zeiten unendlich fleiner Sowingungen allemal wie die Quadrate wurgeln ber gangen einfacher Penbel. Denn fie verhalten fich ben jeden zwenen einfachen Bendeln, wie die Beiten des fregen Salles durch die halben Bendellangen. Die Quabrate aber ber Beiten des frenen Ralles verhalten fic wie die Soben, bas ift: wie die halben ober gangen Bendellangen; alfo Die Beiten felbst wie die Quabratwurzeln Diefer Sangen. Saben Sie g. B. gefunden, daß ben Ihnen ein einfaches Bendel von der- gange L genau in einer Sefunde eine gange unendlich fleine Schwins gung macht, und ein folches nennt man ein Ses fundenpendel, fo fonnen Sie verfichert fenn, daß ein einfaches Bendel von ber fange 4 L in 2 Sefunden, eine von ber gange o L in 3 Gefuns ben u. f. w. fich einmal fcmingen wird. Dagegen muß die gange Schwingung eines Bendels von L Lange nur & Cefunde, eines andern von & L lange nur & Sefunde u. f. m. bauern, weil die Quabrate

wurzeln bon 4, 9 u. s. w. 2, 3, und von kund ka. k. und ka.

Drittens bleibt Die Dauer ber Schwingungen eines einfachen Bendells im leeren Raume immer einerlen, es mag ber fcmere Puntt beffetben bicht ober leder fenn, und viele ober wenige Daffe Denn alle Rorper, bichte ober loctre, große und fleine, fallen im leeren Raume mit gleicher Befdmindigfeit, fomehl lethrecht und ften, als auch auf geneigten Ebnen, berunter. Alfo fdwingen fic auch affe einfache Benbel von gleicher gange im feeren Maume gleich geschwinde, ibre schweren Buntte mogen nun viele ober menige Daffe enthalten. Aber in ber Luft ober einer anbern fiuffigen Materie find die Schwingungen Dichter Pendel gefchwinder als loctrer von gleicher gange. Denn bichte Rors per fallen in ber luft überhaupt foneller, als lodte, unter übrigens gleichen Umftanden. Gie verlieren in ihr, nach Berhaltniß ihrer Daffe, weniger von ihrem Gewichte als Diefe, und bewegen fich daber in ihr auch gefchwinder, felbft alsbann, wenn ihre Befdwindigfeit nur geringe, und ber aus ihr ente fpringende Biberftand ber Luft unbeträchtlich ift.

Hieraus folgt viertens, wenn an zwepen vers schiednen Dertern der Erde einfache Pendel von gleicher Länge im Leeren Naume sich nicht gleich geschwinde schwingen, daß an diesen Dertern auch die Elementarfräste der Schwere einander nicht gleich sepn tonnen. Denn da diese Kräfte allenthalben auf der Erde gleichformig sind, so verhalten sie sich auch allezeit wie die durch sie in einer Sekunde erzeugten Seschwindigkeiten. Diese aber werden durch die Räume ausgedräckt, welche mit den hers vorgebrachten Seschwindigkeiten in einer Sekunde gleichformig durchlausen werden sonen Da nun

jene Raume doppett fo groß find, als die, durch welche die foweren Rorper in einer Sefunde fallen, fo berhalten fich Die Elementarfrafte Der Schwere, wie die Soben bes Ralles in einer Sefunde, ober überhaupt in einer gleichen Beit; alfo auch wie die balben gangen ber Sefundenvendel. Man fann Daber ficher foliegen, wenn ein einfaches Benbel, welches an einem Orte Sefunden folagt, verfarjt ober verlangert werben muß, fobald man es an einen andern Ort bringt, um bort ebenfalls Gefuns ben ju folagen, baf an dem lettern Orte Die Eles mentarfraft ber Schwere fleiner ober großer ift als an bem erftern, und gwar in bemfelben Berbalts niffe, in welchem bas Benbel verfargt ober verlangert marben ift.

Man fann baber burch Salfe ber Pendel bie Große ber Schwere an jebem Orte ber Erbe genauer als auf irgend eine andre Urt bestimmen. fann aus ber gefundnen gange eines Sefundenvens bels an einem gewiffen Orte leicht berechnen, wie tief daselbft ein fcmerer Rorper in einer Gefunde Jedoch erfordert Diefe gange eine Berbeffes rung wegen der Luft. Denn obgleich ber Diders ftand berfelben, megen ber febr langfamen Bemes gung eines folden nur ungemein fleine Somins. gungen machenden Pendels, gang unmerflich ift, fo verliert bennoch bas Pendel allemal einen gewiffen Theil feines Bewichts in der Luft, eben fo, als wenn felbft die Elementarfraft ber Schwere in demfelben Berhaltniffe vermindert worden mare. Man muß baber Die beobachtete gange bes Sefune benpendels baburd auf ben leeren Raum jus radbringen, bag man fie in bemfelben Berbalts niffe vergrößert, als bas Bewicht bes fich fomine genden metalinen Rarpers Des einfachen phofischen

Bendels burd die Luft vermindert worden iff. Gine tupferne fleine Rugel j. B. die an einem febr buns nen Raden bangt, verliert in der Luft etwa 4000 ihrer Schwere, weil bas Rubfer ungefahr 7000 Mal eigenthumlich fcwerer ift als die untre luft, Die uns umgiebt. Daber muß man auch die besbache tete. Lange eines folden Sefundenpendels um Toog vermehren, welches ungefahr 0,063 parifer Linien ausmacht, ba bas einfache Sefundenpendel ins Dite tel 440 par. Linien lang ift. Unter Der Linie balt Das einfache Sefundenpendel, nach bem Bougber, ben einer Barme von etwa 14 Frangoficen Graben, an 430,145 par. Linien. Da fein phpfifches eine faches Bendel von Rupfer war, fo muß man es um 0,063 Linien verlangern. Es murde alfo im leeren Raume 430,208 oder fürger 430,21, par. Linien lang gewesen fenn; woraus man leicht findet, daß unter ber Linie ein fcwerer Rorper im leeren Raume, in einer Sefunde, burch 15,051 par. Rug fallt. 2

Ein jufammengefestes Pendel ift ein Enftem von foweren Puntten, die unter fic, und mit einem gemeinschaftlichen Aufbangepuntte, um welchen fie fich jugleich fcmingen, burch fteife tinien feft verbunden find. Alle wirfliche Dendel find aufams mengefest und nicht einfach. Denn fie find Ropper, Die aus ungablig vielen fcweren Punften beffebn, welche fich alle jugleich um einen gemeinschaftlichen Aufhangepunkt schwingen. Sie find fleife und fefte Rorper, Deren Theilden ihre Entfernungen von eine ander, mabrend der Bewegung, nicht andern. Man fann alfo diefe als einzelne fowere Bunfte betrachten, Die unter fich und mit bem Aufbangepuntte burch fteife Linien obne Comere feft verbunden find. feben bieraus, bag man bie lebre von ber Bewegung ber Bendel auf Die Ratur nicht geborig anwenden

fann, wenn man von der Beschaffenheit der jufams mengesetten Vendel feine Kenntniffe bat.

Stellen Sie fic an ber geraden fteifen geometris ichen Linie CB (Rig. 77), welche um den Punft C beweglich ift, swep fowere Punfte A und B befeftigt vor, und Sie feben leicht, daß diefe beiden Punfte, wenn fic das Bendel fdwingt, beständig auf einans ber wirfen muffen. Denn Diefes Benbel beffebt gleichfam. aus zwegen vereinigten einfachen Dendeln C A und C B. welche auf einander liegen. Genes murbe fich, wenn es von bem andern abgefondert mare, gefchwinder, Diefes langfamer, fcmingen. Da aber beibe verbuns ben find, muffen fie fich jugleich schmingen. Der Buntt A muß alfo feine Schwingungen langfamer, und der Bunft B muß fie gefchwinder machen; jener muß von diefem beständig veribgert, Diefer aber bon ieuem beständig beschleunigt merben. Es muß also amifchen beiden Munften A und B irgendmo ein Punft O fenn, ber meder beidleunigt noch vergogert wird, fondern fich eben fo geschwinde schwingt, als wenn er gang allein fcmer mare. Diefen Bunft nennt man ben Mittelpunft ber Sowins gung, (centrum oscillationis) und feine Ents fernung von Cift die eigentliche Lange des jusammens gefetten Vendelf. Denn ein einfaches Benbel von Der Lange CO fcwingt fich nothwendig vollfommen eben fo und in derfelben Beit, als bas gufammens gefeste Bendel CB. Jedes jufammengefeste Pendel hat einen Mittelpuntt ber Schwingung, weil es immer ein einfaches Pendel giebt, welches fich eben fo geschwinde schwingt als jenes. Tragt man aber Die Lange Diefes einfachen Pendels aus dem Aufbanges puntt auf das zusammengefeste Pendel, so giebt bas Ende berfelben ben Mittelpunft Der Schwingung Des lestern.

#### Unmerfungen.

1. Die Radlinie bat, fo wie jede andre frumme Linie, an jedem Puntte E (Fig. 78) einen gewiffen Salbmeffer ber Rrummung, und man fann jeden nnendlich fleiven Bogen Ee als einen mit jenem Salbmeffer beschriebnen Rreisbogen anfebn, weil dies fer mirflich mit bem Bogen Ee brep Punfte gemein bat (36. Brief 3. Anmert.). Run ift die Tans gente GE mit CL, und die Sangente der Radlinie ben E, mit LD, parallel. Da nun der Binfel CLD ein rechter ift, fo ift auch GE auf die Radlinie ADB in E fenfrecht. Eben fo laft fich jeigen, bag bie unendlich nabe Langente ge auf die Radlinie in e fenfrecht ift. Und ba baffelbe von jeber andern Sans gente gwifden E und e gilt, alle Diefe Linien aber in bem Theilchen Gg jufammenlaufen, welches man, Da es unendlich flein ift, als einen Puntt anfeben muß, fo folgt, daß Eb einem aus dem Mittelpuntte Goder g, mit dem Salbmeffer GE ober ge befcpriebs nen Rreisbogen gleich, und biefer ber ju E ober e geborige Salbmeffer ber Rrumung ift.

Ingleich sieht man hieraus deutlich, daß ein schwerer Punkt, der sich an dem Faden FD zwischen den beiden Radlinion AGF und BF schwingt, in jedem Punkte seiner Bahn ADB, von dem Jaden senkrecht auf seine Richtung zurückzegegen wird, eben so wie er, wenn er ganz fren die fleise ADB durchläuft, durch ihren Widerstand allenthalben senkrecht auf seine Richtung zurückzetrieben wird. Beide Arten der Schwingung sind demnach einander völlig ähnlich und gleich.

Der Halbmeffer der Krämmung GE ift, in jedem Punkte der Nadlinie E, der Sehne AK oder CL parallel, und doppelt so groß als fie. Also ift FD

der ju D gehörige halbmesser der Krummung. Denn bier verwandelt sich jene Sehne in HI oder CD, und FD ist mit HI parallel und doppelt so groß, als HI oder CD.

2. Das Berhältniß bes Umfanges eines Rreis ses zu seinem Durchmeffet ift, wie 355: 113/
und die halbe länge des Sekundenpendels und ter der Linie beträgt x19,604 Linien oder 1,525 Kus. Diese Höhe durchfällt also dort ein Rörper in 113 einer Sekunde. Da nun die Quadrate der Zeis ien sich wie die Höhen des Falles verhalten, und das Quadrat don \frac{355}{113}, \Rightarrow 9/8696 ift, so muß man mit dieser Zahl die halbe Pendellange vermehren, um die Höhe des Falls in 1 Sekunde zu erhalten. So sieht man, daß unter der Linie ein jeder Körper im leeren Raume, in einer Sekunde, durch 15/05114 Pariser Fuß fällt.

# Sieben und vierzigftet Brief.

Salilei war der erfte, welcher die Schwingungen der Pendel mit Aufmerksamkeit untersuchte, und ihre Eigenschaften entdeckte. Eine von dem Gewölbe. Des Doms zu Pisa herabhängende kampe, welche der Wind bewegte, als Galilei dem Gottesdieuste beps wohnte, gab ihm 1583 die erste Gelegenheit zu dies fen Untersuchungen. Er bediente sich hierauf des Pendels zur Eintheilung der Zeit bep seinem astronos Dube Reinel. 4. 25. a. abs.

mifchen Besbachtungen, und andre Sternfundige, fo wie auch Devel jn Dangig, folgten feinem Beps fpiele, 3mar waren foon lange bor ben Beiten bes Galilei die Uhren befannt, aber fie batten einen book ungleichformigen Sang. Daber ließ man, wenn man fleine Zeitraume genau eintheilen wollte, aus einem Sefaße, welches immer boll erhalten murs' be, durch eine fleine Deffnung Baffer laufen, maß Die berausgelaufnen Mengen genau, und theilte nach ibnen bie Beit ein, weil man annahm, bag bas Baffer auf Diefe Utt immer gleichformig ausfließe. Galilei machte den Anfang, an dem Orte der Beobe achtung ein phyfifdes einfaches Pendel aufjuhangen, beffen fange er genau gemeffen batte. Diefes murbe ben dem Unfange ber Beobachtung angeftogen; man jablte feine Schwingungen laut, und erneuerte fie affenfalls durch einen neuen Stoff, wenn fle anfine gen unmerflich ju merben. Da Galilei entbedt batte, daß fleine Schwingungen faft bollfommen gleichzeitig find, und daß fich ihre Dauern wie Die Quas bratmurgeln ber Benbellangen berhalten, fo fand man in Diefen Schwingungen bas bequemfte und gus verläffigfte Mittel Die Beit der Beobachtung in gleiche Theile ju theilen.

Hungens brachte nacher dasjenige, was Galifet angefangen hatte, jur Bollfommenheit. Er entdeckte die Theorie der zusammengesetzen Pendel und versschiedne merkwürdige Eigenschaften der Kadlinie. Endlich verband er das Pendel mit den Uhren, und verbesferte diese dadurch so sehe, das man sich ihrer jeht selbst ben den genauesten Beobachtungen bedies nen kann. Es waren vorzüglich seine großen mathes matischen Renntnisse, welche den Hungens in den Stand sehten, durch so wichtige Entdeckungen seinem Ramen unferblich zu machen.

Um aber die Ratur des gufammengefesten Pens bels beutlicher ju erfennen, fellen Gie fich an einem Debel CB (Rig. 156), ber fich um C breben laft, groep fcwere Bunfte A und B jugleich befestigt bor. Es murde jeder von ihnen, wenn er allein mare, fic eben fo ju bewegen anfangen, als wenn er auf einer geneigten auf CB fentrechten Chne lage. Der Bewegung, welche ber hebel icon bat, indem er in CB anfommt, murbe ber Punft A in Der uns endlich fleinen Beit dt bon ber Schwere burch Aa, und jugleich B burch Bb, getrieben merben, Ag aber und Bb auf CB fenfrecht und eine ander gleich fenn. Da aber jest beide verbundne Bunfte A und B auf einander wirfen, fo fommt, in Derfelben Zeit dt, burch die Wirfung ber Schwere, A nur bis D, und B bis E, der gange Bebel aber in Die lage CDE, welche die ab in o-durchschneidet. Beide Puntte wirten alfo eben fo auf einander, als wenn in A eine Rraft v. die = A. a D. und in B eine ihr entgegengesete Rraft V, Die = B . Eb ift, angebracht mare. Denn die Rrafte verhalten fich immer, wie die durch fie in gleichen Zeiten ers gengten Bewegungen. Beibe Rrafte entftebn aus der Mirfung und Gegenwirfung der Maffen A und B. und muffen alfo einander vernichten. baber die Massen beide fren, so mußte V = v fenn; Da fie aber an dem Bebel CB angebracht find, fo muffen Die Momente Der Rrafte gleich fenn, wenn fle einander bernichten, wenn Wirfung und Segens wirfung einander gleich fenn follen. Daber ift V. CB = v.CA, also A.CA: B.CB = Eb: a D = bo: ao = BO: AO, unb A. CA. AO =B.CB.BO. Der Bunft O aber ift Derjenige, Defe fen Bewegung burch die Birfung ber Daffen A und B auf einander nicht im geringften verandert wird,

der in der Zeit dt durch Oo fortgeht, ale wenn er allein schwer ware, mit einem Worte: der Mittels punft der Schwingung.

Es mögen über O oder unter O so viele schwere Punkte zugleich vorhanden seyn, als man immer will, so sehen Sie leicht, daß in der Hauptsache das durch nichts geandert wird. Ben jedem Punkte muß man sich, wenn er über O liegt, eine Berzdgerungss kraft, wie A.aD, und wenn er unter O fällt, eine Beschleunigungstraft, wie B. Eb, gedenken, und die Summe der Momente der erstern Kräfte muß der Summe der Momente der erstern Rräfte muß der Summe der Romente der letztern gleich seyn. Da sich nun die Räume aD, Eb u. s. w. allemal, wie die Entsernungen der schweren Punkte von O vers halten, so ist auch allemal die Summe der Produkte jeder Masse und ihrer Entsernungen von C und O, aber O, der Summe der ähnlichen Produkte unter O gleich.

Da A.CA. AO = A.CA.CO - A.CA<sup>2</sup> und B.CB.BO = B.CB<sup>2</sup> - B.CB.CO iff, fo wird CO =  $\frac{A.CA^2 + B.CB^2}{A.CA + B.CB}$ , und eben fo

erhalt man in allen übrigen Fallen die Entfernung des Schwingungspunkts O vom Aufhangepunkte C, oder die kange des zusammengesetten Pendels, wenn man jeden schweren Punkt mit dem Quadrate seiner Entfernung von C vermehrt, und die Summe dieser Produkte mit der Summe der Momente dieser Punkte theilt, indem man sie als Gewichte ansieht, die an dem Pendel, als an einem hebel, angebracht sind.

Ein zusammengesettes Benbel fomingt fich eben fo, als wenn alle seine schweren Puntte in bem Schwins gungepuntte vereinigt waren. Diefer Puntt aber O

(Rig. 77) ift von dem Aufhangepuntte C weiter ents fernt, als ber Schwerpunft des Bendels D. Denn es ist A.AC: B.BC = BO: AO, also A.AC: A.AC + B.BC = BO : AB. Es ift aber auch A.B ober A.AC:B.AC = BD:AD. und A. AC:A.AC+B.AC=BD:AB; also A. AC+B.BC:A.AC+B.AC = BD:BO.Da nun B. BC arbfer ift, ale B. A.C. fo ift auch BD größer, als BO. Ben einem gleichartigen aberall gleich diden Drathe oder Raden j. B. macht, wenn er in C aufgehangen wird und fich schwingt, Entfernung des Schwingungspunktes CO 2 feines . gangen lange CB aus, Dabingegen CD = 1 CB Bey einem phyfifchen einfachen Pendel aber, welches aus einer recht fcweren, etwa I Boll biden und an einen febr leichten und bunnen Raden gesbundnen Rugel beffebt, fallt der Schwingungepunft mit bem Schwerpunfte mehrenthelle bennabe vollig jufammen, indem er, wenn bas Bendel Sefunden folägt und Die Rugel gleichartig ift, oft taum 30 einer Linie von ibrem Mittelpunfte liegt. \* eben fo verbalt fich die Sache, wenn ber fich fdmins gende fowere Rbrper nicht Die Geftalt einer Rugel, fondern zweper fleiner mit ihren größern Grundflas den an einander gefügter Regel bat. 5. Indeffen muß man in jedem Ralle feinen Ort vorber genau berechnen, -wenn man die mabre gange eines einfas den Sefundenpendele, burd Berfuche genau beftime men will, weil auch das einfachfte phyfifche Benbel immer in der That ein jusammengefestes Pendel ift.

Da A.AD = B.BD also and A.CD -A.CA = B.CB - B.CD iff, so wird (A + B)CD = A. CA + B.CB, und überhaupt ift an iebem Bebel Die Gumme ber Momente aller Gewiche te, dem Momente ihres Somerpunfts gleich, wenn

fie alle in ibm vereinigt angenommen werden. ber fann man auch überhaupt fagen, bag man ble Lange CO eines jufammengefesten Pendels findet, wenn man die Summe der Probutte aus jedem fomes ren Dunfte und bem Quadrate feiner Entfernung bom Aufbangepuntte, mit bem Momente bes Mits telpunfts ber Schwere Diefer Punfte theilt, indem man namlich bier alle fowere Puntte vereinist aus Go findet man, ben zwen fdweren Punts ten, CO, wenn man A. CA + B. CB mit (A + B) . CD theilt. Je naber ber Schwetpunft · bem Aufbangepuntte liegt, oder je fleiner CD if um besto größer wird CO. Wenn 1. B. B nicht unter, fonbern über C an dem Bendel befeftigt was re, fo warde D viel naber an C liegen, alfo CQ auch viel größer fenn, als wenn A und B beide uns ter C find. Rallt aber der Schwerpunft fogar felbft in den Aufhangepunte, ift 4. B. A.CA = B.CB und liegen A und B von verschiednen Seiten bes Punftes C. fo wird CO unendlich groß. Das Pendel macht nur in einer unenblich großen Zeit eine unendlich fleine Schwingung, oder es fann fich gas nicht schwingen und bat also auch feinen Schwins Daber bat die Bewegung eines Row aungspunft. pers, ber fich um eine burch ben Mittelpunft feiner Sowere gebende Ure brebt, mit ber Somingung gar nichts gemein, und es lagt fic bas, was von Diefer gilt, gar nicht auf eine folde Drebung ans menden.

Es giebt aber bennoch viele große und dick Rori per, welche sich mirklich schwingen, ungeachtet sie feine eigentliche Pendel sind. Hierher gehören die Slocken, die sich schneller schwingen muffen, als ihre Rlöppel, wenn diese benn Lauten an jene ans schlagen sollen. Salilei hat schon hemerkt, daß selbst ein febr fdweres Pendel durch bas bloge Blafen bes Mundes julest febr merflich bewegt werden fann, wenn man absatweise und immer in folden 3mis fcenjeiten, Die ber Beit einer febr fleinen Schwins gung des Pendels gleich find, auf baffelbe blaft. Er verfichert, bag fogar Gloden auf eine abulide sin bewegt werben fonnen. Blaft man aber unreache maßig, oder in ju großen oder in ju fleinen 3wis fcengeiten, fo erhalt bas Penbel nie eine merfitche Bewegung, well es jurudigetrieben wird, che feine durch die Schwere erzeugte Schwingung geendigt ift. diefe alfo immer geschwächt wird, aufatt, daß burch ein geborig abgefettes Blafen. Die Anfangs unendlich kloinen Somingungen immer mehr verftarft, sulcht merflich gemacht werben.

. Ber allen langen, bunnen aber fomalen Rom vern, die fich um eine gemiffe Ape breften, ift ber Sowingungspunft, and wenn fie fic nicht fomingen, fonbern burch eine angere Rraft auf irgend eine Urt bewegt werben, allemal ein febr wichtiger Munft. Ueberhaupt erlangt ein jeder Sorper, der fic um eine gewiffe Are bredt, wenn gleich er nicht fower ift, burch bie Drebung gemiffe Rrafte, Die benen eines fich fowingenden Pendels abnlich find. febed feiner Theilchen bewegt fich um befto fonellen je weiter es von der festen Drebungsare entfernt ift und es verhalten fic baber überall die Bewegungen Diefer Theilden, wie die Produtte aus ihren Maffen und ihren Entferuungen von jener feften Are. neue Bewegung, Die ber fich brebende Rorper von außen erhalt, jeder Theil feiner Bewegung, ber ibm durch eine außere Ursache entzogen wird, muß fich imidem Berbakniffa.jener. Prodafte durch alle feine Theilchen vertheilen. Diefe wisten baber ben jeder Beranderung ihrne Bewegung mit gewissen Kraften

auf einander, Die fich fo wie bie Bewegungen ber Theilchen verhalten, Be größer Die Bewegung eines Theilchens ift, um defto größer ift auch allemal Die neue Bewegung, Durch welche Die, welche es fcon Sat, verftarft ober gefdmacht mirb; um befto gras-Ber ift alfo and Die Rraft, mit welcher in ibn gewirft mirb. Die Momente Diefer Rrafte verhalten fic Daber naturito wie Die Produfte aus ber Rafe eines jeden Theilchens und des Quadrate feiner Entfernung von der festen Are. Daber nennt man diefe Produts te auch die Momente ber Massen oder die . Daffenmomente, weil fie auch ben blogen Rafe fen, ohne afle Schwere, Statt finden. Dan fann Defihalb fagen, Daß Die Lange eines jufammengefesten Bendels gefunden wird, wenn man das Raffenmos ment beffelben mit bem Momente feines Sowerpuntts theilt, indem man annimmt, bag in bem lestern Punfte bas gange Sowicht bes Benbels vereinigt ift.

Ift alfo ein Korper lang und fomal oder bunn, ber fich um eine gewiffe Are breft, fo fann man fich thu als eine geometrische fleife Linie CB (Rig. 77) Die um C beweglich, und mit Maffen ohne Schwere Derfebn ift, borftelten. Bir wollen Anfange nur wen folde Daffen A und B annehmen. Cabald traend ein unbewegliches hinderniß bie brebende Bes wegung biefer Linie in O aufbatt. fo mirten beibe Maffen auf einander mit Rraften, Die fich wie A. CA und B. CB verhalten. 3ft alfo A. CA : B. CB = BO : AO fo bleibt alles im Gleichgewichte, und ber Wiberftand in O vernichtet Die gange Bewes gung der fleifen Linie gang aflein. Berbalt fich aber BO: AO nicht auf diese Art, so bleibt immer von Diefer ober jener Seite bes Punfte O einige Bemes nung übrig, welche ber fefte Bunft. C vernichten muß. Daber empfangt bas binderniß ben ftatften Stof,

eben so, als wenn die Arafte aller Maffen bloß in O vereinigt waren, wenn A. C.A.: B. C.B. = BOt. A.O., oder wenn O der Schwingungspunkt des Pens dels C.B. ift. Was von zwenen Maffen gilt, läßt sich leicht auch auf mehrere ausdehnen; und Sie ses hen daher, daß ben allen langen und dunnen oder schwalen Körpern, die sich um eine gewisse Are dres hen, der Schwingungspunkt zugleich der Mittels punkt des Stoßes ist.

### Unmerkungen.

- 1. Wenn CB eine gleichartige, Durchaus gleich Dide, und gleich breite, gerade, phyfifche Linie iff, fie fen ein Drath, Faden oder bergleichen, und ein fenfrecht burch fie gemachter Durchschnitt ift = a. thre gange CB = b, und irgend ein Theil von ibr CA = x, der im Aufhangepuntt C anfangt; fo ift adx das Gewicht des Theildens von ibr, welches von C die Entfernung x hat, und baber bas Daffenmos ment diefes Theilchens = axadx. Das Integral Diefer Große I ax ift bas Maffenmoment Des gans gen Stude CA, und fab 3 bas Daffenmoment Der gangen Linie CB. Der Mittelpunft der Schwere Der gangen Linie bat bon C die Entfernung &b, und Das Gewicht derfelben ift ab, alfo bas Moment des Schmerpunkte = 3 ab. Dividirt man daber & ab mit & abe, fo erbalt man CO, oder die Ente fernung bes Schwingungspunfte ber gangen Linie von  $C_{*} = \frac{2}{3} b_{*}$
- 2. Wenn die gleichartige Rugel AB an einem langen Faben in C aufgehangen ift (Fig. 157) der in AB verlängert durch ihren Mittelpunkt O geht, so erhält man das Massenwoment eines jeden Theils hens G, wenn man deffen Rasse oder Sewicht mit

CG a vermebrt. Et ift aber CG a, wenn DG fents gecht auf AB ift, = CD° + DG. Man mas alfo jedes Theilden Maffe mit CD a und fodann mit DG a bermehren, und beide Produtte abbiren, menn man die Momente der Maffen baben will. das Bewicht oder die Daffe bes unendlich bannen burd D, fenfrecht auf AB, gebenden Durdidnitts ber Rugel = m, fo giebt es immer, in gleider Ents fernung von O, einen zwepten abnlichen und gleichen, burd E gebenden Durchfcnitt, beffen Daffe auch Bon bem erften ift bas Moment m. CD. bom andern m . CE 1. Es fen DO = OE = x and CO = b, so ift CD', weil x febr thin gegen b ift, = b° - 2 bx, und CE° = b° + 2 bx. Daber wird die Summe beider Momente = 2 m b3. Es ift alfo eben fo groß, als wenn beide Maffen in O nereinigt maren. Da nun baffelbe fur bie gange Rugel gilt, fo folgt, daß Die Summe ber gangen einen Balfte der Maffenmomente = Mb' ift, wenn M die Maffe ber gangen Rugel bedeutet.

Was die zwepte Halfte der gedachten Momente anbetrifft, so habe ich schon gezeigt (43 Brief Anm.), daß die Summe aller Produkte, wie dM.DG° eben so groß ist, als das Produkt der Masse Min das Quadrat ihrer Entsernung von O, wenn diese dem Halbmesser der Augel r gleich ist. Dieses Pros dukt aber ist = \frac{2}{5} Mr°, und wir können daher in F in der Entsernung r \subsection \frac{2}{5} von O, die ganze Masse Mannehmen, weil, wenn man ste mit dem Quas drate ihrer Entsernung von O vermehrt, das Pros dukt ebenfalls = \frac{2}{5} Mr° ist.

AB = M. (OF + CO ) = M ( r + b 2 ). Das facifice Moment des Schwerpunkts if = M b.

Alfo ift CE oder die Entfernung des Schwingungss punftes E von C =  $b + \frac{2r^a}{5b}$ , und die Entfernung des Schwingungspunfts vom Schwerpunfte, oder OE, =  $\frac{2r^a}{5b}$ .

Ift 3. B. wie ben einem Sefundenpendel, b von 446 und r von 6 Pariser Linien, so wird OE = 0,032 Linien etwa T einer Linie.

Ich habe hierben das Gewicht des Kadens CA ganz vernachiästigt, oder es, in Ansehung der sehr schweren Augel, als unbeträchtlich angesehn. Sigenty lich aber muß man es nicht vernachlässigen. Se sey dasselbe = p, und CA = g also b = g + r, so wird p = ag und das Massenmoment des Hadens =  $\frac{1}{3}$  pg², das statische Woment aber seines Schwers puntts =  $\frac{1}{2}$  pg (1 Anmerkung). Also ist in dem zusammengesetzen Pendel eigentlich CE =  $\frac{1}{3}$  pg² +  $(\frac{2}{3}$ r² + (r+g)²) M

 $\frac{1}{2}pg + (r+g)M$ 

3. Wenn anstatt einer Rugel an den Faden CA ein Körper besessigt wird, der, so wie EDF (Fig. 158), aus zwen gleichen Regeln besteht, und es ist CD = ½ a, CE = ½ e, irgend ein Stuck der Are EN = z und der Halbmesser des auf die Are senkrechten Durchschnitts NM = x; so ist \( \frac{a p x^4 dz}{a^s} \)

CD \(^a\) der Summe aller Produkte aus den Wassen der Theilchen des Scheibchens NM in die Quadrate ihrer Entsernungen von der Are gleich (43 Brief Anmerk.) und z:x = 0:a, also x = \frac{az}{e} und die Wasse \frac{2p x^4 dz}{a^s} = \frac{2p a^2 z^4 dz}{a^4}. Das Intes

gral davon  $\frac{2p a^2 z^6}{a^2}$  wird, wenn man  $z = \frac{7}{2} e$ , fest, = To pa e, und brudt fur ben einen Regel eine Maffe aus, beren Produft mit CD ' der Sums me der Produfte aller Theilchen mit den Quabraten ihrer Entfernungen von der Ure gleich ift. fur beide Regel ift diese Maffe also  $\frac{1}{40}$  pa2e, und da die Maffe beider Regel jusammen, ober M, = Ippa a e ift, fo wird jene Raffe = 3 M. Man fann alfo auch bier, fo wie ben der Rugel, fic die gange Raffe M in der Entfernung I a V 3 von C vorftellen, fo wird die Entfernung des Schwingungepunfts vom Aufs bångepunke =  $\frac{\frac{1}{3}pg^2 + (\frac{3}{45}a^2 + (\frac{1}{2}e + g)^2)M}{\frac{1}{2}pg + (\frac{1}{2}e + g)M}$ indem hier p bas Gewicht bes gabens, und nicht, fe wie fury vorber, ben Umfang eines Rreises bedeutet. Die Entfernung aber bes Schwingungspunfts vom  $\frac{\frac{3}{40} a^2 M - \frac{1}{5} pg^2 - \frac{1}{4} pge}{\frac{1}{2} pg + M (\frac{1}{2} e + g)}$ 

Es sep j. B. p = 1, M = 1080, g = 440, a = ,18, e = 12 Linien; soift A =  $\frac{26244 - 33587}{481900}$  = -0,015 Linien. Es fallt also der Schwins gungspunkt zwar unter den gemeinschaftlichen Schwers punkt des Regels und des Fadens, aber dennoch über den Schwerpunkt des erstern, in einer Entser nung von etwa Tr Linien.

## Acht und vierzigfter Brief.

Die Werfzeuge, beren wir uns jum Sauen und Schlagen bedienen, find mehrentheils viel langer, als Dict oder breit; wir geben ihnen beom Gebrauche eine drehende Bewegung mit der hand, und wenden bas ben gewöhnlich eine ansehnliche Rraft an. brauchen fie alfo auch in dem galle, wenn ihr eignes Gewicht ju Diefer Bewegung nichts bentragt, nur alsdann mit bem größten Bortbeile, wenn wir mit ibrem Mittelpuntte bes Stofes Die Segenstande trefe fen , welche wir hauen oder ichlagen. Ich weiß ein Benfpiel, daß jemanden, der mit einem Stocke gu wiederholten Malen heftig auf etwas gefchlagen hatte, nachber ber Arm blau unterlief, als wenn er gers folagen gemefen mare. Diefes rubrte bloß baber, Daß der Stock gegen die Sand ju dicker und schwerer war, als an bent Ende, mit welchem er geschlagen Denn eben befhalb mar ber Mittelpunft Des Stofes der Sand naber, als jenem Ende; und der Schlag hatte mehr die Sand und den Arm erfchuttert, als fich bem Gegenftanbe mitgetheilt. Auf eine abns lice Art thun auch Schwerter, Gabel n. f. w. Die größte Wirfung, wenn man mit ibrem mittleren Theile, in welchem ihr Schwingungepunft liegt, Die Begenstånde trifft, welche man haut.

Aerte und Sammer sind gewöhnlich so schwer an Eifen, daß ihr Schwingungspunkt ins Eisen fallt, auch wenn man ihnen etwas lange Stiele von Holz giebt. Aber Beile und andre abnliche Werkzeuge find leichter, und ihre Schneide ift so groß, daß ihr

Schwingungspunkt ju nahe an die hand fallen murs be, wenn fie lange Stiele hatten. Daber giebt man ihnen kurze Stiele, weil alsbann ihr Schwingungsspunkt von dem Theile ihrer Schneibe, mit welchem man haut, nie welt entfernt seyn kann.

Ben bem Schneiben bat man nicht nothig, fo wie ben bem Dauen und Schlagen, auf den Mits telpunft bes Stofes ju febn. Es fommt bier alles darauf an, daß man bas foneibende Berts jeug burd ben Rorper giebt, ben man gerfcneis . ben will. Gine Gage fcneibet nicht, man mag das hole, mit welchem Theile von ihr man will, Man muß fie auf bem ichlagen ober brucken. Solze mit einem Drucke bin und ber giebn, wenn fie es gerschneiden foll. Aber alle schneidende Mertzeuge find ber Gage abnlich. Ihre Schneis ben find feinesweges, wie fie uns ju fenn fceis ununterbrochne Linien; fondern fie bestebn aus fehr feinen Bahnchen, Die wenigstens durch ein gutes Bergrößerungeglas fichtbar find. Daber ift ben ihrem Scharfen fo febr viel an dem Strice gelegen, um jenen Bahnden einerlen Richtung und Alle folde Werfzenge muffen Starte ju geben. baber, wie bie Gagen, gezogen werden, wenn fie gerschneiden follen. Es giebt Leute, melche auf Die Scharfe eines Schermeffers mit ber flachen Sand ichlagen tounen, ohne fich ju beichabigen. Zwar rathe ich niemanden Diefen Versuch nachzus machen, weil er immer gefährlich bleibt. Indeffen beweift er offenbar, was ich fage, daß Meffer, Cabel und andere foneibenbe Berfjeuge, ohne einen, Bug der gange nach, durch ben blogen Stoß wenig ausrichten.

Ueberhaupt verfieht man unter dem Mittels puntte des Stofes benjenigen Puntt, in weis

dem man fic ben bem Stofe bie gange Maffe bes ftogenden Rorpers vereinigt vorftellen fann: bet, wenn er burch ein unbewegliches Sindernis in feiner Bewegung aufgehalten wird, macht, baf Die gange Bewegung bes ftoffenden Rorpers bloff. in diefes Dinderniß gleichfam übergebt. Es giebt baber ben feften Rorpern nur bren galle. Menn der Rorper, welcher fioft ober folagt, feine brebenbe, fondern bloß eine fortgebende Bewegung bat, fo gebt Die Linie Des ftartften Stofes allezeit Durch feinen Schwerpunft, weil um diefen, wenn er aufgehalten wird, ber gange bewegte Rorper ringsberum im Gleichs gewichte bleibt, fo, baf bie gange Bewegung beffels ben blog in das Sindernif übergebt, welches biefen Mittelpunkt Des Stofes aufbalt. Co ftoft ein Rammflos ober eine Stampe am ftarffen, wenn ber Stoß lothrecht unter bem Mittelpunfte ber Comere Der zwente gall ift, wenn ein langer und gefdieht. banner Rorper fich fo fcmingt, ober brebt, daß man ihn als eine fteife um einen gewiffen feften Punft bewegliche Linie anfebn fann. Dier ift, wie ich bes reits gezeigt habe, ber Schwingungspunft allemal auch der Mittelpunft des Stoffes. Wenn aber brite . tens ein dicker und breiter Rorper fich um eine fefte Are von beträchtlicher Große, Die nicht burch feinen . Comerpuntt geht, fowingt, fo fann ber Mittels punft bes Stofes von feinem Schwingungspunfte verschieden fenn. Denn biefen fest man gewöhnlich in die gerade auf die fefte Are fentrechte Linie, welche burch feinen Schwerpunft geht. Es fann aber ein folder Rorper fich fo fdmingen, daß, ju beiden Seis ten Diefer Linie, Die Momente feiner Somunafrafte ungleich find, und bie Ure ftarfer nach einer als nach Der andern Seite gezogen wird, alfo fich breben wurde, wenn fie nicht feft mate. Ginge nun bier

Die Richtung des Stoffes durch den Schwingungspunkt, so seben Sie offenbar, daß jene Kräfte um diesen Punkt nicht im Gleichgewichte bleiben könnten, sondern daß auch die sefte Are einen Theil des Stoffes auffangen müßte. Aber es giebt alsdann allezeit in derselben Entfernung von der Are, die der Schwingungspunkt hat, einen andern Punkt, um welchen auch von dies sen Kräften die Momente alle einander gleich sind, und dieser ist der eigentliche Mittelpunkt des Stoffes in diesem Falle.

Uebrigens ist der Mittelpunkt des Stoßes nicht mit jenem Punkte zu verwechseln, durch welchen die Richtung des Stoßes auf einen beweglichen Körper geben muß, wenn dieser, unter übrigens gleichen Umständen, durch den Stoß die größte mögliche Ges schwindigkeit erhalten soll. Man könnte diesen den Punkt der größten Wirkung nennen, und er ist bep ganz frepen Körpern mit dem Schwerpunkte einerlen. Aber bep Körpern, die sich um eine seste Are dreben, hat er mehrentheils eine ganz andre Entsernung von der Are, als der Schwerpunkt, oder auch als der Schwingungspunkt.

Wir wollen uns jedoch ben diefen Untersuchungen vor der hand nicht länger aushalten, sondern zu den Pendeln zurückfehren, die dadurch erstlich recht wichtig und allgemein nühlich werden, daß Hungens sie mit den Uhren verband. Die gemeinen Uhren sind, wie bekannt, aus Rädern zusammengesett, und würden sehr schnell ablausen, wenn das Räderwerk nicht mit einem Theile verbunden wäre, welcher die Bewegung desselben beständig aushält und hemmt, ohne sie zu vernichten. Bor den Zeiten des Jups gens war diese hemmung auf folgende Art eingerichtet. Ein mit den übrigen Rädern verbundnes lothe rechtes Kronrad oder Kammrad mit sägesdrmigen

Zabnen hatte eine lothrechte Spindel mit zwegen fcbiefen gappen, einem beym obern, ben andern benm untern Rande des Rades, vor fich fleben. fonnte fic nicht breben, ohne wechselsweise einmal Den obern, das andremal ben untern gappen fortius Daburd murbe es in feiner Bewegung bes ftandig aufgehalten, und Die Spindel, welche oben entweder an eine Art von magrechtem Rade, an eine Unrube, ober an eine magrechte eiferne Stange, melde man bie Balangirftange nannte, befeftigt mar, drebte fich mit ibrer Unrube oder Stange immer bin Sie fonnen fich von diefer Borrichtung and ber. ben beutlichften Begriff machen, wenn Sie bas ins nere Råderwerf einer Zaschennbr ansehn. Denn da finden Sie die Unrube mit ihrer Spindel, und bie Lappen der lettern zwischen den fageformigen Babnen eines Rronrades. Die Raderuhren hatten ben diefer alten Einrichtung wegen der Ungleichheit ihrer Theile, befonders der Babne der Rader, Die man nie gang vermeiden fann, megen bes Mangels an Genauigfeit in der Bufammenfugung der Theile, Der ben der bas maligen Unvolltommenbeit ber Runft febr merflich war, und wegen der ungleichen gluffigfeit des Dels an den Bapfen, einen febr ungleichformigen Sang, bem weder die Unrube noch die Balangirftange als belfen tonnte, da diefe fic nicht durch ihre eigne Sowere, sondern blog durch die Rraft des Uhrwerts bewegten.

Dungens behielt die alte Einrichtung der Raders uhren völlig ben; nur gab er dem Aronrade, so wie auch der Spindel mit den schiefen Lappen, eine wags rechte Lage, und befestigte an diese anstatt der Uns uhe oder Balangirftange, ein langes schweres eisew nes unten mit einem Sewichte versehnes Pendel. Durch diese neue Einrichtung, welche Dungens Dube Rawel. 4. 25. 2. ubtb.

1656 in Stande brachte, verbefferte er die Uhren fo febr, daß man anfing, alle große Raderubren mit Pendeln ju verfehn, und felbft ben aftronomifchen Beobachtungen fic ber Penbeluhren ju bedienen. Denn bas ichwere Benbel, erhielt durch diefe Berbins bung eine große Gewalt über ben Gang ber Ubr, und machte ibn gleichformig, ba es fich immer burch gleiche Bogen, fowang, alfe auch alle Schwinguns gen in gleichen Zeiten machte. Der Stoff, ben ber Lappen feiner Spindel ben bem Anfange jeber Schwine gung erbielt, erfette bas, mas bie Reibung und ber Biberftand ber Luft feiner Bewegung entieg. Daber bauerten feine Schwingungen immerfort, und man fonnte ibre Dauer verfargen ober verlangern. nachdem man bas untre Gewicht bes Pendels an feis ner Stange bober berauf ober tiefer berunter foraubte ober fcob. ' Go wie biefes aber gefcab, auch fogleich die Uhr felbst geschwinder oder lange famer, ja der Ginfluß des Pendels auf Die Ubs wurde durch diefe Berbindung fo groß, daß Die lete tre ftille ftand, wenn man jenes anbielt.

Indeffen mußte das Pendel ben diefer Einriche tung immer sehr ansehnliche Schwingungen machen, und daher auch die nicht ganzlich zu vermeidende Ungleichheit der Schwingungen um desto beträchtlischer sentspringende Ungleichschreit in dem Gange der Uhren zu verbessern, tam hungens nachber anf den Gedanken, die eiserne Stange mit dem Gewicht ID (Kig. 79) an Käden FI zwischen zwenen radiniensschring getrümmten Blechen GF und HF auszuhänsgen. Allein diese sinnreiche Einrichtung leistete das nicht, was sie auf den ersten Anblied zu versprechen schien. Denn zu geschweigen, daß es sehr schwerzisch sie gehörig auszusschung, war die Worausseung

gang unrichtig, daß die Rablinie alle auch ungleiche Somingungen gleichzeitig machen murbe. Diefes tann nur ben einem Pendel Statt finden, welches fich im leeren Ranme und gang frep fcwingt. In der Luft ift weder die Radlinie noch irgend eine andre frumme Linie eine gleichzeitige Linie. Denn Die Luft widerfieht einem fich schwingenden Rore per um befto mehr, je mehr feine Gefcwindigfeit annimmt, und fie ichmacht feine Bewegung bepm Derauffteigen, in ber zwenten Salfte feines Weges mehr, als bem Berabsteigen in der erften. Diefe ungleichformige Bergogerung aber ber Schwingungse zeiten ift um befto merflicher, je großer Die Schwins gungen felbit find. Rerner fann man nicht ans nehmen, daß ein Pendel, welches mit einer Uhr verbunden ift, fich vollig eben fo fcmingt, als ein frenes; ungeachtet man noch jest oft beibe Arten ber Bewegung irrigermeife fur ganglich gleiche gultig anfieht. Denn auf Die Gowingungen eines Uhrpendels bat das Uhrwerf allemal einen merklis den Einfing, und man fann baber auf fie basjenige fo unbedingt nicht anwenden, mas fic von ben Somingungen freper Pendel erweifen läßt. Defibalb lagt fich auch die mabre gange eines Ges fundenpendels aus ber Dauer ber Schwingungen eines mit einem Raberwerfe verbundnen Dendels nie genau bestimmen. Und jener Ginfluß ber Ubr auf bas Pendel mußte . vorzüglich ben ber Art, wie Sungens beibe jufammen verbunden hatte, febr mertlich fenn, Da die Lappen ber Spindel, an welcher bas Benbel befeftigt mar, faft beftans dig swifden ben Babnen ber Raber lagen, und Diefe mabrend ben Schwingungen bes Bendels berührten. Dieren fam, bag auf die gaben, an welche Sungens feine Penbelfange bing, nicht

nur die Barme und Kalte, sondern auch die Feuchtigfeit und Trodenheit einen großen Ginfluß hatte, so daß die Lange des ganzen Pendels, und mithin auch die Daner seiner Schwingungen, bes ftandigen Beranderungen unterworfen war.

Sie sehen also, warum die großen Künftler, die nach den Zeiten des Hupgens an der Berbesserung der Uhren arbeiteten, nicht nur die frums men Bleche, und die Fäden des Pendels, sondern auch die ganze Art der Berbindung der Uhr mit dem Pendel, die Hupgens erdacht hatte, verwarssen, und sich vorzüglich bemühten, die Hemmung (l'echappement) so einzurichten, das das Pendel sich so fren, als möglich, ohne von der Uhr im geringsten gestört zu werden, schwingen konnte. Noch jest suchen die größten Meister neue Mitstel auszusinnen, um diese Hemmung immer freper zu machen, weil die Ersahrung gelehrt hat, daß bloß dadurch der Sang der Uhren immer um destoregelmäßiger wird.

### Unmerkung.

1. Je weiter man die untern schweren Punkte eines zusammengesetzten Pendels vom Aushäuges punkte entfernt, um desto mehr verzögern sie die obern Punkte, um desto langsamer schwingt sich das Pendel (46 Brief). Uebrigens kann man die Entfernung des Schwingungspunkts vom Aufshängepunkte eines solchen Pendels, wenn es auf einige Linien mehr oder weniger nicht ankomme, leicht sinden, wenn man in der Formel der 2 Anm. des 46 Briefs r = 0 sest. Es ist alsdann  $CE = \frac{\frac{1}{3}p + M}{\frac{1}{2}p + M}$  g. Sält 3. die länge der

Stange, oder C, 588 Parifer Linien und ift ihr Sewicht p von 18, das unten befestigte Gewicht aber M von 3 Loth; so wird CE = 441 Linien. Sest man dagegen g = 578, r = 10 Linien, p = 18, M = 3, und sieht man das Gewicht M als eine Augel an, so wird nach der angeführten Formel CE = 436 Linien.

## Reun und vierzigfter Brief.

Die von hungens verbefferte Einrichtung ber Ubren gab Gelegenheit, bag man fich mit viel mehe rerem Rleife, als vorbem, auf Die Berfertigung guter Uhren legte. Befonbers zeichneten fich Die englischen Ranftler und unter biefen, im Anfange bes achtiebnten Jahrbunderts, vorzüglich Graham, por allen andern aus. Er feste juerft an bie Stelle Des Prongades, welches Sungens eingeführet batte, ein lothrechtes Stirnrad, ober ein Steiges rab, mit fågeformigen gabnen. Dben über bems felben brachte er einen eifernen, nach einem Bogen Des Rades gefrummten Sebel an, ber fich in zwen hatenfbrmige Spigen endigte. Er ift unter bem Ramen des englischen Safens befannt, von feinen Spigen liegt medfelsweise bald Die eine, bald bie andre, an ben gabnen des Steiges rabes, indem fic ber Safen mit dem Bendel bin und ber bewegt. Um diesem ein befto freperes Spiel ju geben, ift et nicht an dem Safen, fone bern oben an einem befondern Trager befestigt. Aber an ber Spindel bes Safens bangt ein fleines

Pendel herunter, welches mit feinem Arme bas große eigentliche Penbel gleichfam umfaßt, und macht, bag bas lettre fich mit bem Safen jugleich bin und ber bewegt. Grabam gab biefem eine febr schwere Linfe von 15 bis 20 Pfunden, das mit es besto mehr Sewalt über ben Sang ber Ubr batte. Er erreichte burd biefe neue Bers bindung zwey wichtige Bortbeile. Denn bas Pens Del fonnte fich jest viel frener fcwingen, als vors ber, und feine Schwingungen murben viel fleiner. Es bewegte fich faum merflich, und baburd murbe ber Luft aller Einfluß, ben fie megen ibres Bis berftandes gegen die Bewegung bes Pendels auf ben Sang ber Uhr haben fonnte, vollig benoms men, und jugleich murben bie einzelnen Somins gungen einander fo gleich gemacht als möglich. weil Sowingungen, Die faft unendlich flein find, immer gleich lange bauern, wenn gleich bie eine etwas größer fenn follte, als die andre.

Die Erfahrung bestätigte die Borzüge dieser neuen Einrichtung auf eine so einleuchtende Art, daß man in kurzer Zeit sie, besonders ben den aftronomischen Uhren, welche die äußerste Senaus igseit erfordern, und mit Sekundenpendeln verssehn sind, allenthalben unnahm. Ueberhaupt wird, der Erfahrung zur Folge, eine Uhr, unter übris gens gleichen Umständen, um desto vollsommner, je mehr der Künstler das Pendel, während seiner Schwingungen, von allem Einschlusse des Räders werts zu befrehen weiß, sollte es gleich etwas große Schwingungen machen, wenn sonst nur die Uhr mit der gehörigen Sorgsalt ausgearbeitet ist.

Ein Pendel, welches so wie die gemeinen Uhrs pendel fich um einen festen Puntt schwingt, bes schreibt allezeit Preisbogen, und seine Schwinguns

gen, wenn gleich fie noch fo flein find, haben immer eine gewiffe Brofe. Benn man ibre Dauer geborig berechnet, fo findet man, daß fie immer größer ift, als die Dauer einer unendlich fleinen Schwingung eines Pendels von derfelben gange, ober, welches einerlen ift, als die Dauer einer Somins gung von einer gewiffen bestimmbaren Große fent murde, menn bas Benbel vollig biegfam mare, und awifden zwenen gebbrig eingerichteten Rablinien hierauf muß man Racfict nehmen, bes tonbers wenn man die wahre gange eines Sefundens welches unendlich fleine Sowingungen macht, durch bie Erfahrung bestimmen will. einfaches Pendel g. B. 440 Linien Lange, welches an einem gemiffen Orte, wenn es im leeren Raume unendlich fleine Schwingungen machte, fich genau in einer Sefunde fomingen, alfo in 24 Stunden 86400 Somingungen machen warbe, macht beren nur 86364 in derfelben Beit, wenn es fich beständig in einem Bogen fcwingt, beffen Gebne von 6 Bols Es balt alfo in diefem Kalle nur an 439,8 Linien ungefahr, menn es Gefunden folagt, und man muß feine gange im Berbaltniffe ber Quabrate bon 86364 und 86400 bermehren, wenn man bie mabre lange bes eigentlichen Gefundenpendels baben Much ben einer Pendelubr muß, wenn fie mill. 2 Sefunden folagen foll, Die Linfe allemal etwas bober gefdraubt merben, als fie fieben burfte, menn bas Pendel unendlich fleine Schwingungen machte.

Ueberhaupt sind nicht nur die Schwingungen in einer Radlinie geschwinder, als in einem Kreise, sons dern es ist auch unter allen frummen Unien die Radlinie die einzige, durch welche ein Punft laufen muß, wenn er aus einem Orte schief in einen andern in

der fürzeften möglichen Zeit herabfteigen will. Um fich hiervon beutlich ju überzeugen, nehmen Gie an, daß ein Punft aus A nach B (Rig. 150) gebn foll, daß die gerade Linie AB auf Die Cone GH nicht fenfrecht ift, und daß der Punft über ber Cone mit ber Gefdwinbigfeit k. und unter ibr mit ber Gefdwindigfeit c gleichformig fortgebt. 60 feben Sie leicht bag ber Puntt, wenn er- in ber tangeften möglichen Zeit aus A nach B tommen foll, nicht in der geraden Linie AB fortgebn fann. Denn wenn AB die Cone in F burchichneidet. und C ein andrer Bunft neben F ift, fo ift awar Die Linie BC langer, ale BF, aber bagegen AC Befdreiben Sie nun aus A fårger, als AF. den Bogen CD, und aus B den Bogen FE, fo werden AC und AD, fo wie auch BF und BE, weil fie einander gleich find, und mit gleicher Ges fowindigfeit durchlaufen werden, in gleichen Beis Ift nun DF größer, als ten durchlaufen. und biefes muß immer in einer gemiffen Beite von F Statt finden, wenn k fleiner ift, als c. fo wird auch die Zeit burch DF größer fenn, als Die Beit durch CE, weil ben gleichformigen Bes wegungen fic bie Zeiten immer, gerade wie bie Raume, und umgefehrt wie die Gefdwindigfeiten,

Gefeht nun AaB (Fig. 160) ware die Linie, durch welche der Punft, unter den angenommnen Umftanden, am geschmindeften aus A nach B fommt, so muffen von beiden Seiten des Punkts a die Zeiten junehmen, durch ACB muß der Punkt

verhalten. Also wird der Punkt durch ACB ges schwinder aus A nach B kommen, als durch die

gerade linie AFB.

eben so gut, als durch AFB, mehrere Zeit zu seinem Durchgange brauchen, als durch AaB. Es muß also irgendwo von der einen Seite die Zeit des Durchganges eben so groß senn, als von der andern. Seigen wir, diesel sinde ben AFB und ACB Statt, so kann man die aus A und B beschriebnen kleinen Bogen DC und FE, wenn die Punkte F und C einander unendlich nahe sind, als gerade, auf AF und BC senkrechte kinten ansehn; und es ist  $\frac{DF}{k} = \frac{CE}{c}$  oder k:c = DF: CE.

Mllein man hat auch FD: FC = cos. AFH: r und FC: CE = 1: cos. GCB, also FD: CE = cos. AFH: cos. GCB = k: c. Da nun die Punkte F, a; C, als einander unendlich nahe, jus fammenfallen, so folgt, daß der Punkt in der kurs zesten möglichen Zeit aus A nach B kommt, wenn seine Richtung über und unter der Sone GH mit ihr Winkel macht, deren Kosinus sich wie die Ses schwindigkeiten desselben über und unter GH vers balten.

Wenn Sie sich unter Aa einen einfallenden, und unter aB einen gebrochnen Strahl vorstellen, so ses hen Sie leicht, daß die Rofinus von AFH, oder AaH, und GCB, oder GaB, den Sinus des Einfallswinkels und des Brechungswinkels gleich sind. Wenn man also annehmen könnte, daß die Seschwins digkeiten des Lichts bey der Brechung sich wie diese Sinus verhalten, so wurde man auch zugeben mussen, daß es ben der Brechung in der fürzesten möglichen Zeit aus einem Punkte in den andern überginge.

Sind nun mehrere folche Sbnen ober Linien, die mit GH parallel find, vorhanden, und der bewegte Punft andert ben jeder von ihnen seine Geschwindige teit, so muß diese sich aberall wie der Kofinus des Winkels verhalten, den seine Richtung mit der zu dieser Seschwindigkeit gehörigen Sone macht, wenn der Punkt aus einem Orte über der höchsten Sbne bis zu einem andern unter der tiefften in der kürzesten möglichen Zeit gelangen soll und beide Derter, in Ansehung der Ebne, eine schiefe Lage gegen einanden haben.

So bewegt fich aber wirflich ein fcmerer Punft in einer Radlinie AD (Rig. 78), Deren Are CD lothrecht ift, wenn er aus ihrem Anfangepunfte A Denn man fann fic durch fie unendlich viele einander unendlich nabe magrechte Linien, wie EM, gedenfen, burch welche die Radlinie felbft in unendlich fleine Theilchen, wie Ee, gerfcnitten Ein jedes foldes Theilchen fann als gerads linicht, und die Bewegung durch daffelbe als gleiche formig angeseben werden. Aber der bewegte Dunft åndert, fo oft er burd eine magrechte linie, EM. geht, feine Gefdwindigfeit, und in jeder folden Linie verbalt fie fic, VCM, weil fie dies fer Bobe gufemmt. Die Richtung aber bes Puntts in E. ober die Berührungelinie bafelbft, ift mit LD parallel, und macht also mit jeder magrechten Linie den Winfel DLM. Es ift aber cos. DLM: r = LM : LD = LC : DC; also cos. DLM.

 $=\frac{LC}{DC}$ , and CM:LC=LC:DC, also  $LC^2$ 

 $\equiv$  CM. DC. Folglich wird cos. DLM  $\equiv V \frac{\text{CM}}{\text{DC}}$ .

Da nun DC eine beständige Sröfe, und cos. DLM: VCM = 1: VDC, also in einem bes ständigen Verhältnisse ist, so verhält sich offenbar der Kosinus von DLM überall, wie die Seschwins

Digfeit des Punkts. Daber ift die Aablinie die zeits kürzeste Linie (linea brachystochrona), oder: wenn ein Punkt durch seine Schwere aus einem Orte in den andern herabsteigen soll, und beide Oerter nicht lothrecht, sondern schief, unter einander lies gen, so ist eine Radlinie, deren Ansang A in den obersten Ort sällt, und die durch den untersten Ort geht, diesenige Linie, in welcher der Punkt heruns tergehn muß, wenn er in der kürzesten möglichen Zeit aus einem Orte in den andern gelangen soll.

Grabam bat fich noch burch eine andre Erfindung um die aftronomischen Bendelubren febr verdient ges Da diefe gewöhnlich bas gange Jahr über in ungeheisten Zimmern ftebn, fo pflegen fle im Commer viel langfamer ju gebn, als im Winter, weil die Barme ihre Pendelftangen verlangert, und die Ralte fie verfürzt. Diesem gehler half Graham, nachdem er verschiebne andre Mittel verfuct batte, julest burd bas roftfårmige Bendel ab. Unfatt einer einfachen Pendelftange brachte er eine Art von Roft an der Uhr an, ber aus mehreren eifernen und meffingnen Stangen gufammengefest mar, und Die eigentliche Benbeiftange in feiner Mitte Satte (Rig. 81). Benn 1. B. I und I zwen eiferne pas raffele oben und unten fest mit Riegeln verbundne Stangen bon 32 Bollen lange, 2 und 2 aber jwep abuliche meffingne, unten in bem Riegel CD bes feftigte, oben aber mit einem beweglichen Riegel, an welchem die eigentliche Bendelftange baugt, bundne Stangen find, und die Stangen 1 und 1 -bebnen fich 1. B. burd bie Marme um I Linie aus, fo geht ber Riegel CD um I Linie tiefer berunter. Debnt fich nun bas Deffing jugleich um 2 Linien aus, fo beben die Stangen 2 und 2 ben obern Ries gel mit der Pendelftange um 1 Linie, weil fie unten

nur um eine Linie beruntergebn fonnen, da fie in CD befeftigt find. 3f nun die eiferne Bendels ftange GH auch 32 Bolle lang, fo bebut fie fich and nad unten um 1 Linie aus. Da fie aber qualeich burch ben shern Riegel um 1 Linie ge hoben wird, fo bleibt die Entfernung ihres Sowins gungspunfte bom Aufbangepunfte O immer ebene Diefelbe, und weder Ralte noch Barme tonnen fie verandern. Freplich bebnt fic bas Meffing burch Die Barme nicht 2, fondern nur etwas mehr, als 1 3 Mal fo fart aus, als das Gifen; allein Sie feben leicht, baf man bas Bendel bennoch ums veranderlich machen fann, wenn man mehrere Daare eiferner und meffingner ober noch beffer eis ferner und ginfner Stangen auf Die befchriebne Art verbindet. Man fann badurch auch ben Roft indem mehrere furje Stangen felbft verfürgen, fich jufammen genommen um eben fo viel auss behnen, als eine lange, und alfo, wenn mehrere bewegliche Riegel, wie EF, vorhanden find, der lette, an welchem die Benbelftange bangt, immer fo boch gehoben werden fann, als es nothig ift.

Die französischen Künftler pflegen in derselben Absicht, als Graham, auf die eiserne Pendelftange noch eine eiserne und eine messingne Stange zu legen und alle drep durch einen Querriegel oder eine Art von kurzem Jebel, in welchen alle drep Stangen eingeschraubt find, so zu verbinden, daß die messingne Stange, indem sie sich ausdehnt, das eine Ende dieses Jebels niederstößt, und eben dadurch das andre Ende nebst der daran besestigt ein Pendelstange notbigt, sich zu erheben. Man hat auch einsache Pendelstangen von Glas oder dan gewissen ausländischen Jolzarten, welche die Feuchtigkeit sehr schwer annehmen, an die aftronos

mischen Uhren angebracht, weil hols und Glas durch die Erwärmung nur ungemein wenig auss gedehnt werden. Freplich wird durch alle diese Mittel, da sich die Metalle und andre seste Rors per ungleichstenig ausdehnen, das Pendel nie ganz unveränderlich; allein dennoch kann die Abswechselung der Wärme es ben weitem so sehr nicht verändern, als dine jene Mittel.

### Anmerfungen,

1. Zuerst muß man bemerken, wenn der Halbe messer CD (Fig. 145) eines Kreises = r, irgend ein Stud davon DK = x, und die halbe auf CD senkrechte Sehne Km = y ist, daß DK:Km = Km:KA oder x:y = y:2r - x, also y? = 2rx - x² und ydy = rdx - xdx, und dy = rdx - xdx ist. Nun ist Mn = dx und nm = dy, also Mm oder ds, das Disserenzial des Bogens DM, als die Appothenuse in dem rechts winklichten Drepecke Mnm anzusehn. Daher wird ds² = dx² + dy² =  $\frac{r^2 dx^2}{2rx - x^2}$ .

Wenn also ein schwerer Punkt sich im Kreise AB (Fig. 76) burch den Bogen GBE im leeren Raume hin und ber schwingt, und es sind GE, FD zwen wagrechte Linien, welche den lothrechten Halbmesser CB in H und b durchschneiden, so mache man Bb = x, Fb = y, CB = r, GFB = s. Es wird alsdaun ds =  $\frac{r dx}{V(2rx-x^2)}$  sepn, und der Punkt

durch diesen kleinen Raum in der Zeit dt gehn. Da er aber in F die Seschwindigkeit, welche der Höhe H b zusommt, hat, und diese = 2 V (a g - g x) ist, wenn man HBa, also H b = a - x sest, so wird dt = \frac{rdx}{2V(ag-gx).V(2rx-x^2)}, well die Zeit dieser unendlich kleinen und gleichsbruigen Bewegung sich, gerade wie der an F liegende Bogen ds, und umgesehrt wie die Seschwindigkeit in F, verhält. Wenn man hier von beiden Seiten mit \frac{2Vg.V2r}{r} oder mit \frac{2Vg}{r} multiplizit, so ers \frac{dx}{r} \frac{dx}{V(a-x).V(x-\frac{x^2}{2r})} \frac{dx}{V(a-x).V(x-\frac{x^2}{2r})}

Wenn wir in der (Fig. 145) DK = z und CD = 1 segen, so wird CK = 1 - z der Kosinus des Bogens DM. Es ist also das Dissernzial des Bogens, dessen Kosinus 1 - z ist, oder d. Arc. cos.  $(1-z) = \frac{dz}{V(2z-z^2)}$ . Segen wir nun  $z = \frac{2x}{a}$ , so wird  $dz = \frac{2dx}{a}$  und  $2z-z^2 = \frac{4}{a^2}$  (ax - x²); also d. Arc. cos.  $(1-\frac{2x}{a}) = \frac{dx}{V(ax-x^2)}$ . Da nun  $Vu = u\frac{1}{2}$  und  $\frac{1}{Vu} = u\frac{1}{2}$  ist, indem  $\frac{1}{Vu}$  mit  $u^{-\frac{1}{2}}$  einersey Eogariths

men hat, namlich —  $\frac{1}{2}$  log. u, so wird  $2 dt \sqrt{\frac{2g}{r}}$ = d. Arc. cos.  $(1 - \frac{2x}{a}) \cdot (1 - \frac{x}{2r})^{-\frac{1}{2}}$ .

Die lette Sebse  $(1-\frac{x}{2r})^{-\frac{x}{2}}$  fann man auf die folgende Art durch eine Reihe ausdrücken. Man setze überhaupt  $(1+q)^m=a+Aq+Bq^2+Cq^5+$  etc., so wird, wenn q=o ist, r=a. Ferner disserenziese man von beiden Seiten, so ist m  $(r+q)^{m-r}$  dq=Adq+2Bqdq etc. Streicht man von beiden Seiten dq weg, und setze q=o, so wird A=m. Eben so ist  $m\cdot (m-r)$   $(r+q)^{m-r}$  dq=2Bdq+ etc. und r=r, wenn man r=r setze so setze so will be setze so setze so will setze so setze so will setze so setze so will setze so set

and  $\frac{x}{2r} = -\frac{1}{2}$ , so iff auf eben die Art (1 -  $\frac{x}{2r}$ )  $\frac{1}{2} = 1 + \frac{x}{4r} + \frac{3x^2}{32r^2} + \text{etc.}$ 

Es ist also  $2 dt \sqrt{\frac{2g}{r}} = d$ . Arc.  $\cos \cdot (1 - \frac{2x}{a}) + d$ . Arc.  $\cos \cdot (1 - \frac{2x}{a}) \cdot \frac{x}{4r} + etc$ . Bon dem ersten Gliede ist, wie man leicht sieht, das Integral Arc.  $\cos \cdot (1 - \frac{2x}{a})$ . Das zwepte Glied hat zum Integrale  $\frac{a}{gr} \times Arc. \cos \cdot (1 - \frac{2x}{a})$ 

Denn wenn man dieses Integral

d. Arc. cos. 
$$(i - \frac{2x}{a})$$
 oder  $\frac{a dx}{8r V(ax - x^2)}$ .

Der swepte Theil giebt  $\frac{a dx - 2x dx}{8r V(ax - x^2)}$ . Biehe man die lettre Stose von der erstern ab, so bleibe  $\frac{2x dx}{8r V(ax - x^2)} = \frac{x}{4r}$ .

d. Arc. cos.  $(i - \frac{2x}{a})$ . Also ist unser Integral  $\frac{2x dx}{8r V(ax - x^2)} = \frac{x}{4r}$ .

d. Arc. cos.  $(i - \frac{2x}{a})$ . Also ist unser Integral richtig, und  $2t V = \frac{2x}{r}$ . Arc. cos.  $(i - \frac{2x}{a})$ .

 $\frac{2x}{8r}$  Arc. cos.  $(i - \frac{2x}{a}) - \frac{V(ax - x^2)}{4r}$  etc. Da fürt = 0 auch x = 0 ist, so braucht man hier seine beständige Stose hinzusussägen, oder absussiehn. Denn unser t fängt, wie x, im Punstee B an, und es ist daher t der Zeit eines halben Schwingung, oder der Zeit durch den Hogen GFB, gleich, wenn x = a ist. Alsdann wird Arc. cos.  $(i - \frac{2x}{a}) = Arc$ . cos.  $-i = p$ , wenn p den halben Umsang eines Kreises bedeutet, dessen halben und also der zu diesem Kosinus von 180 Graden, und also der zu diesem Kosinus gehörige Bogen = p. Daher wird, wenn T die Zeit einer ganzen Schwing ung durch GBE bedeutet:  $T V = \frac{2}{8} = p + \frac{a}{8} \frac{p}{r} + etc.$  und  $T = p V = \frac{r}{2g}$ .  $(1 + \frac{a}{8r} + etc.)$ 

If a unendich klein, so erhält man  $T = p \vee \frac{r}{2g}$ . Da ein schwerer Körper in einer Sekunde durch g fällt, so ift die Zeit d des Halles durch die halbe Pendellange, oder durch  $\frac{r}{2} = \frac{r}{2g}$ , und die Zeit der unendlich kleinen Schwingung verhält sich al, wie p: r, welches mit demjenigen übereins stimmt, was oben bereits aus den Eigenschaften der Radlinie bewiesen worden ist. Ist aber der Kreise bogen, in welchem sich das Pendel schwingt, nicht

Tag. Denn auch die übrigen Glieder unstrer Reihe werden positiv, obgleich immer kleiner. Ich habe se hier nicht berechnet, weil man sie zur Benrtheis lung des Sanges der gewöhnlichen Pendel, die, um den Widerstand der Luft zu vermeiden, immer nur kleine Schwingungen machen mussen, nicht braucht. Man kann sich mit den Seiden berechneten Gliedern

unendlich klein, so wird T allezeit größer als p V

1 + a begnügen, aus welchen folgt, wenn jest t die Dauer einer unendlich fleinen Schwingung bedeutet, daß überhaupt T = t (1 + a pr) ift.

2. Wenn an einem gewissen Orte jede unendlich kleine Schwingung eines 440 par. Linien langen Pendels eine Sekunde beträgt, und dieses Pendel schwingt sich jest im leeren Raume beständig durch einen Bogen GBE (Fig. 76), dessen halbe Sehne GH 3 Zoll oder 36 Lin. beträgt, so ist der Sinus von GCB oder BCE GH 36 - 36 - 0/0818181.

Also hält der Bogen GB 4° 41' 25". Sein Costs dube Ramel. 4.25. 2.2515.

nusift 0,9966709 und der Sinus versus 0,0033297. Dieser giebt, mit 440 vermehrt, BH. So sindet man BH = a = 1,465. Also wird T = t (1 + \frac{1,465}{3520}) und t: T = 3520: 3521,465. Da also das Pendel, ben unendlich kleinen Schwingungen, in 24 Stunden 86400 Schwingungen macht, so muß, ben den größern Schwingungen bon drep 30llen auf jeder Seite, die 3ahl derselben in 24 Stunden = 3520.86400: 3521,465 = 86364 sepn.

## Bunfzigfter Brief.

Wenn ein Pendel fich in einem Kreisbogen DCA (Rig. 75) fowingt, und es ftellt in irgend einem Orte G die lothrechte Linie GI feine Schwere vor, so läßt fic diese in die Tangenzialfraft GM und in die Rormalfraft GL auflosen. Die lettre mirb Durch die Wirfung bes in B befestigten Radens, an welchem fich bas Pendel fdwingt, gang vernichtet, und baber wird die Bewegung des Pendels bloß durch die erftre beschleunigt ober verzögert. . Gie die magrechte Linie GK auf den lothrechten Salbmeffer BC, und Gie feben leicht, daß die Drepecte BGK und GMI einander abnlich find. Daber wird GM:GI = GK:BG. Wonn folglich überall in dem Bogen A CD die Schwere des Pens bels durch den Salbmeffer Deffelben vorgestellt wird, so drudt die balbe Gebne GK, welche ju irgend einem Bunfte G. gehort, Die Praft aus, wodurch.

Das Pendes daselbst beschleunigt oder versögert wird. Diese Kraft verhalt sich also j. B. in E und D (Fig. 76), wie E H und D b, und nimmt, gegen den untersten Punkt B ju, immer mehr ab, bis sie in ihm endlich ganz verschwindet. Sie sehen hieraus, daß das Pendel, selbst ben unendlich kleinen Schwing gungen, immer von einer Seite ungleich formig beschleunigt und von der andern ungleich formig verzögert wird. Denn von beiden Seiten des Punks tes B sind allenthalben gleiche und ähnliche Kräfte vorhanden, durch welche das Pendel immer gegen B getrieben, also von einer Seite beschleunigt, von der andern aber auf eine gleiche Art verzögert wird.

Da man den Bogen einer jeden unendlich kleis nen Schwingung als eine gerade Linie ansehn kann, die mit ihrem Sinus zusammenfällt, so bewegt sich ein schwerer Punkt, welcher unendlich kleine Schwinsgungen macht, eben so, als wenn er in einer geras den Linie FA (Fig. 25) hin und her ginge, und immersort um desto stärfer gegen ihren Mittelpunkt D gezogen würde, je weiter er sich von ihm entsernt. Ist der Punkt von einer Seite in A, so verhält sich die Kraft, wit welcher er nach D getrieben wird, wie DA; ist er in C, so verhält sie sich, wie DC. Eben so ist sie von der andern Seite, wie DE, oder DB, wenn der Punkt nach E oder B sommt, und in D verschwindet sie.

Dergleichen Bewegungen aber werden nicht bloß durch die Schwere, sondern auch durch die Feders traft erzeugt. Stellen Sie sich eine gespannte Saite vor, welche die Linie FA in D rechtwinklicht durcht treugt, und deren Mittelpunkt in D fallt. Ziehn Sie diesen ihren Mittelpunkt gegen A oder F, und Sie begreifen sehr leicht, daß er beständig, nach D ju, juruckgezogen werden wird, und zwar um

besto farfet, je weiter Sie ibn von D abgiebn: weil ein jeder elaftifder Rorper ber Beranderung feiner naturlichen Gestalt um befto mehr widerfiebt, je ftarfer man fie ju verandern fucht. Saben Gie alfo ben Mittelpunft der Saite bis in A gezogen, und laffen Sie ibn bierauf los, fo geht er nicht nur bis D, fondern, weil er bier eine gemiffe Gefdwins Digfeit erlangt bat, bis F, obgleich von D bis F feine Bewegung beftandig fort verzögert wird, fo wie fie von A bis D beschlennigt worden war. Go bald in F feine gange Bewegung vernichtet worden ift, fehrt er wieder um, und lauft auf eine abnliche Art bis A. Mit einem Borte: er fcwingt fich vols lig eben fo, und burd vollig gleiche und abnliche Prafte, als ein Pendel, welches unendlich fleine Sowingungen macht. Daber ift auch jede feiner Sowingungen immer von gleicher Dauer, wenn gleich die eine etwas größer ober fleiner ausfällt als Die andre. 1

Auf eine ahnliche Art bewegt sich das frene Ende C (Fig. 80) einer gekrummten Stahlseder, deren andres Ende in A unbeweglich besessigt ist. Ziehn Sie dasselbe nach E, so geht es, so bald es fren ist, die in D zurück. Bon da kommt es wieder nach E, und schwingt sich hin und her, weil es ims mer um desto stärker gegen den mittleren Ort C gezos gen wird, se weiter es sich von ihm entsernt, und allemal eine gewisse Seschwindigkeit hat, mit welcher es weiter geht, indem es daselbst ansommt. Daher muß auch eine gewundne Stahlseder, deren eines Ende sest ist, wenn man sie an ihrem andern Ende noch stärker zusammen windet, und hernach losläst, sich wieder, und zwar immer in gleichen Zeiten, abs wechselnd ausdehnen und zusammenziehn, wenn anders

nicht die Reibung, oder eine andre außerliche Urs fache Diefe Bewegung hindert.

Dungens bediente fic Diefer Gigenfcaft ber Stablfedern, um daburd Die Lafdenubren gu bers beffern, fo wie er die Bandubren, badurch bag er fie mit bem Pendel verband, verbeffert hatte. Die Taschenubren werben, anftatt ber Gewichte, Durch eine farte gewundne Stahlfeder bewegt, Die . In einer Trommel, ober in einer hoblen meffingnen Balge eingefchloffen, und mit ihrem einen Enbe an die unbewegliche Spindel, um welche fich bie Trommel breben laft, mit bem andern aber inwens dig an die Trommel felbft befestigt ift. Bon außen ift die Uhrfette um die Trommel gewunden und mit einem Ende an ibr, mit bem andern aber an ber Schnecke, einer Art von fegelformiger Spindel, Diefe ift, vermittelft eines Sperrrades, mit dem Raderwerfe der Ubr fo verbunden, baß fle fich zwar nach einer Seite willig breben laßt, nach ber andern aber nicht jurudgebreht werben fann, obne bas gange Bert in Bewegung gu feten. Wenn man baber Die Schnede vermittelft bes Uhre foluffels umdrebt, und fo die Ubr aufgiebt, fo widelt fich die Rette auf Die Schnede auf, und Die Trommel muß fich jugleich um ihre unbewege liche Spindel dreben, wodurch die eingeschlofine Reder ftarter jusammengewunden wird. Gie fangt alfo an fich jurudjugiehn, giebt, indem fie biefes thut, die Trommel, Rette und Schnede mit fich, und fest daburd bie gange Ubr in Bewegung. Je mehr fich aber bie Uhrfeder nach und nach ause Debnt, um befto mehr nimmt ibre Rraft ab. Daber wurde die Feber febr ungleich wirfen, und den Sang der Ubr bocht ungleichformig machen, wenn Die Schnecke, um welche fic Die Rette benm Aufs

giebn ber Uhr wickelt, nicht fegelformig mare. Denn wegen diefer Seftalt entfernt fic ber Puntt ber Oberflache ber Spindel, an welchem eigentlich Die Rette, giebt, nach und nach immer weiter von der Ure, um die fic die Sonede dreht, je mehr fich Die Uhrfeder ausdehnt. Run ift aber jene Entfers nung eigentlich die Entfernung der Rraft vom Drehungspunfte, und es bleibt alfo bas Moment ber Rraft immer einerlen, wenn die Entfernung in ebendemfelben Berbaltniffe größer wird, in wels Ben dem Dreben der chem die Rraft abnimmt. Rorper aber fommt alles auf die Momente der Rrafte, und nicht auf Die Rrafte felbft an. fann ben Diefer Einrichtung Die Uhrfeder ben Bang , der Ubr nicht weiter ungleichformig machen.

Die Saschenuhren maren bor hungens Zeiten vollig eben, fo eingerichtet, wie die Wanduhren. Sie batten eben eine folche hemmung, und eine Unrube, deren Bewegung blog von der Mirfung des Raderwerts abbing, und also febr unregels mäßig war. Ein Bendel fonnte man bier nicht anbringen, weil eine Safdenuhr nicht bloß Sangen, sondern auch im Liegen, und in jeder Lage, gehen follte. Sungens hatte daber den finns reichen Ginfall, Die Stelle eines Bendels durch eine feine ftablerne Spiralfeder ju erfeten. befestigte er mit einem Ende an der Spindel Der Unrube, und mit bem andern an einem über bet pbern Platte ber Uhr, welche Die Raber bededt. bervorragenden Theile; und gwar fo, daß fie ubris gens gang fren gleichfam in der Luft bing. wie nun die Unruhe fich bin und ber brebte, murbe Diefe feine Spielfeder mechfelsweise ftarter gufams men und aus einander gewunden. Da diefe abs wechselnden Zusammenziehungen und Ausdehnungen

ber Bindungen ber Spiralfeder immer in gleichen Beiten gefchaben, fo murbe baburd auch bie Bewei gung ber Uhr viel gleichformiger, und jeder Gang Der Unruhe bin und ber erhielt eine gleiche Daner, er mochte etwas größer ober fleiner fenn, weil fich Die Unrube nicht bewegen fonnte, ohne Die Feber qualeich mit in Bewegung ju fegen. Daber mar Die Berbefferung der Tafchenuhren durch die Spis ralfeber bes Dungens auch fo augenfcheinlich, baßman fie in turger Beit allenthalben einführte. Gie tonnen diefe Reder, fo wie alle andre Theile, von welchen ich geredet habe, in jeder Safdenubr feben, wenn Sie fie bffnen und mit einiger Aufmertfame feit betrachten wollen; und biefe fo gemeinen und fo nuglichen Bertzeuge verdienen es bod mobl. Daß Sie ibre Bufammenfegung fennen lernen, bes fonders da man auch ben vielen physischen Bers fuchen fich jur Abmeffung der Beit ihrer bedienen muß, und man ben ihrem Gebrauche oft in Bers legenbeit gerath, wenn man ihre Busammenfetung . nicht fentt.

Indessen wirkt die Spiralfeder lange so kräfs
tig nicht auf die Uhren als das Pendel. Wenn
man eine abgelaufne ruhende Pendeluhr auszieht,
so bewegt sie sich nicht eher, als die man das
Pendel anstößt; aber eine Taschenuhr fängt gleich
an zu gehn, und stößt selbst ihre Unruhe hin und
her, so bald sie ausgezogen wird. Aus dieser
Ursache und wegen der Art der Hemmung ist der
Gang der Taschenuhren nie so gleichsormig, als
der Sang der Pendeluhren.

Diese fann man zwar allenthalben gebrauchen, wo fie fich fest aufhangen lassen; aber auf den Schiffen, welche, besonders beym Sturme, immer bin und ber schwanten, find fie unbrauchbar. Und

bennoch find bier febr richtige Ubren, jur Beftime mung ber geographifchen lange ber Derter, vors juglich nothwendig. Man bat fic baber, befons bers in England, foor viele Dabe gegeben, bers gleichen volltommne Uhren ohne Bendel ju Stande Barrifon mar ber erfte, welcher in Diefer Abficht mit glucklichem Erfolge arbeitete, und Dafår vom Englischen Parlemente eine aufebnliche Rach der Zeit hat man biefe Belohnung erhielt. neue Art bon Uhren, welche man Beitmeffer (Timekeeper. Chronometre) oder Seeubren nennt, durch eine vollfommnere hemmung, burch bie llebermacht, welche man ber Spiralfeber ber Unrube über bas Raderwerf ju geben, und bie Art, wie man fie vor dem Ginfluffe der Ralte und Barme ju fichern gewußt bat, noch vollfommner gemacht, fo daß fie ben Bendelubren an Benauigs feit gleich fommen.

Es ift felbft ju ganbe, und noch mehr jur See ungemein fower, die geographifche gange eines Orts durch Aftronomische Beobachtungen richtig und ges nau zu beftimmen. Budem ereignen fic die Fins fterniffe der Sonne und des Mondes, ober die Bededungen ber Firfterne bom Dlonde, ju felten, als daß man auf fie, jum Gebrauche ber Schiffahrt, Rudficht nehmen tonnte. Die Berfinfterungen bet Trabanten Des Jupiters fallen gwar bftrer vor: allein theils ift Jupiter jahrlich faft zwen Monate lang unter ben Sonnenftrablen verborgen, theils macht bas Schwanfen ber Schiffe die Beobachtuns gen durch etwas lange gernrobre faft unmöglich, theils fehlt es noch an recht genauen Lafeln über Die fammtlichen Trabanten. Daber ift Die Methode, Die Entfernung bes Mondes von gemiffen girfters nen, nebft beider Soben ju besbachten, und burch

Die lettern bie erftre auf den Mittelpunkt der Erde guruckzubringen, die brauchbarfte und beste, um durch Beobachtungen des himmels auf einem Schiffe die geos graphische Lange ju finden. Denn der Mond verandert seine Entfernung von den Firsternen so schnell, nams lich fast einen halben Grad in jeder Stunde, und die Maierischen Mondtaseln sind so genau, daß man leicht, wenn man nach ihnen jene Entfernung z. B. nach pariser Zeit berechnet, und sie mit der Zeit auf dem Schiffe vergleicht, die Entfernung des Schiffes von Paris, nach der Länge, genau genug sinden kann.

Indeffen bleibt allemal die Methode, vermittelft eines guten Zeitmeffers die geographische Länge eines Ortes zu finden, unter allen übrigen die leichteste und genaueste sowohl zur See, als auch auf dem festen Lande. Wenn man den Zeitmeffer z. B. nach der mittleren pariser Zeit stellt, so zeigt er an jedem Orte immer dieselbe Zeit, aus der sich die wahre Zeit jedesmal ohne Mühe sinden läst. Die wahre Zeit aber des Orts, wo man sich besindet, läst sich durch Beobacheung der Sohe der Sonne oder der Sterne, und aus der Vergleichung dieser mit der pariser Zeit der Unterschied der Längen, leicht sinden.

#### Anmerfung.

1. Es fen DA = DF = a, AC = x, also DC = a - x und der bewegte Punkt habe in C die Geschwindigkeit a, so ist das Differenzial der Zeit dt =  $\frac{dx}{c}$ , weil die in der Zeit dt erzeugte Geschwins digkeit da, in Ansehung der ganzen Geschwindigkeit c, für nichts zu achten ist. Run kann die nach D ges

bende Kraft f, mabrend dt, als gleichformig anger feben werden. Daher wird 2 gfdt = dc (26. Br. 1. Anm.) also 2 gfdx = cdc. If nun f, wie wie wir hier annehmen, = E (a-x), indem B irgend eine beständige Größe bedeutet, fo wird E(agadx-agxdx) = cdc, also (agax-agax)gx3) E = 103, und es braucht hier feiner beftans digen Größe, da c = 0 ift, wenn x = 0 ift. Daber ift c = V 2 g E . (2ax - x2), und dt  $= \frac{\mathrm{dx}}{V \circ g E V (\circ ax - x^{\circ})} = \frac{1}{V \circ g E} \, \mathrm{d} \cdot Arc.$ cos.  $(1-\frac{x}{a})$ . Also with  $t = \frac{1}{\sqrt{2gE}}$  Arc. cos.  $(1-\frac{x}{a})$ . If nun x=a, so wird der Cofinus  $1 - \frac{x}{a} = 0$ , and daher arc. cos.  $(i - \frac{x}{a})$  von 90 Graden, oder = 1 p, wenn p der halbe Umfang Des Preises ift, beffen Salbmeffer man jur Ginbeit annimmt. Ift alfo T die Zeit ber gangen Schwins gung von A nach F, fo hat man  $T = \frac{P}{V + 2 g E}$ Da alfo T gar nicht bon a, ober bon ber Große ber Linie AF, abhangt, fo folgt, daß größre und fleis nere Schwingungen auch bier von völlig gleicher Dauer find.

# Ein und funfzigfter Brief.

Durch die genauesten und sorgfältigsten Versuche hat man sich überzeugt, daß das einsache Sekundens pendel allenthalben auf der Erde gegen die Pole zu immer länger wird, und daß sich die Junahme seinen Länge, vom Aequator an, in jedem Orte sehr genau wie das Quadrat des Sinus der Breite des Orts verhält. Hieraus solgt, daß auch die Elementars kraft der Schwere vom Aequator gegen beide Pole zu in demselben Verhältnisse\*) zunimmt; und diese Zus nahme ist ein unmittelbarer und augenscheinlichen Beweis, daß die Erde sich wirklich um ihre Are dreht.

Denn die Theile eines jeden Rorpers erlangen gemiffe Schwungfrafte, burch welche ibr Bufammens bang mit dem Rorper mehr ober weniger geschwächt wird, so bald fich diefer um eine Are breht. Diefes allgemeine Gefet muß auch ben unfrer Erbe Statt finden, und Die Berfcbiedenbeit der Schwungfrafte in den berichiednen Gegenden der Erbe muß machen, Daß die Schwere, wodurch alles, mas fich auf ber Erbe befindet, mit ihr jufammenbangt, an einem Orte mehr ober weniger geschwächt wird als am Denn nicht nur Die Rorper, welche auf andern. ber Erde liegen, fondern auch bie, welche aus ber Luft auf fie berabfallen, nehmen an ber Drebung Der Erde Theil, weil fich die Erde nicht blog mit allen auf ihr befindlichen Rorpern, fondern auch mit ihrer gangen Utmofpbare, um ihre Are brebt.

<sup>\*)</sup> Man febe ben feche und vierzigften Brief.

Alfo haben alle Rorper auf der Erde, fle mogen ruben oder fich bewegen, gemiffe Schwungfrafte, durch welche ibre Sowere bald mehr bald wenis ger berringert mirb. Um Diefes beutlicher einzus febn, fellen Sie fich irgend einen Mittagefreis Der Erde vor, die wir ben diefer Unterfuchung von erft als eine vollfommne Rugel anfebn fonnen. N (Kig. 88) mag der Rordpol, S der Gudpol, C der Mittelpunft, NS die Are, CA ein Salb: meffer des Mequators, B irgend ein Bunft außer bem Mequator, BD auf NS fentrecht und mit AC parallel, und BE auf AC fenfrecht fenn. fich nun die Erde um ibre Are NS, fo beschreibt ber Buntt A einen Rreis vom Salbmeffer AC. und B jugleich einen Rreis vom Salbmeffer BD. Da fic nun die Rreife, wie ibre Salbmeffer, vers balten, fo find auch die Geschwindigfeiten C und c der Punfte A und B, wie AC ju BD. verbalt fic alfo die Elementarfraft Des Somunges F in A ju der abnlichen Rraft f in B, wie AC:BD\*) = BC:CE = 1:cos. a, und esift also f = F. cos. a, indem ich den Wintel ACB, Der Die geographische Breite Des Orts B ausbrudt, a nenne. Die Richtung von Fift CA, und Die der Schwungfraft f ift DB oder BF.

Stellt also BF die Schwungtraft' f in B vor, und ift BH sentrecht auf CB, FH aber sentrecht auf BH, so läßt sich jene Rraft, wenn man das Rechted BGFH beschreibt, in die beiden Rrafte BG und BH ausidsen, von denen die nach C gerrichtete Schwere bloß durch die erstre vermindert werden kann. Wir wollen diese Rraft p neunen, so ist f: p = BF:BG. Nun aber sind die Dreps

<sup>\*)</sup> Man febe ben funf und drepfigften Brief.

ede FGB und BEC einander abnlich, und ber Mintel GBF ift = a ober = BCE. Alfo wird  $f:p = 1:\cos a$  and  $p = f.\cos a = F.(\cos a)$ . Rebmen wie nun an, daß die Sowere, welche übers all auf ber Erbe Statt finden murbe, wenn fie fich nicht brebte, ober Die abfolute Somere, Durchgebends von einerley Große, und = G fevn warbe, fo ift die Sowere, Die man jest wirflich auf der fich brebenden Erbe antrifft, ober bie relative Schwere, unter ber linie, = 6 - F, well bier die Somungfraft ber Somere genabe entgegengefett ift. In B bingegen ift Die relative Rraft ber Schwere = G - F (cos. a), alfo arbfier als in A, theils weil f an fich foon fleiner ift als F, theils well f nicht ber Sowere gerade entgegen gebt. Die relative Sowere ift alfo in B größer als in A, und ihre Junahme bon A bis B. welche ich q nehnen will, erbalt man, wenn man Die Schwere in A bon ber in B abgiebt. Es ift bemnach  $q = G - F \cdot (\cos \cdot a)^{a} - G + F = F$ (1 - (cos. a)<sup>a</sup>) = F · (sin. a)<sup>a</sup>. Folglich verhals ten fic die Zunahmen der Sowere, wenn, man von ber Linie gegen ben einen ober ben andern Pol immer weiter fortgebt, wie die Quadrate ber Ginus ber geographischen Breite, wenn es anders gewiß ift, daß die Erde fich um ihre Are brebt. Da unn die Bendel, welche allenthalben blof von ben relativen Somere bewegt werden, zeigen, baß Diefe Somere mirflich in bem ermabnten Berbalts niffe gegen die Pole junimmt, fo laft fic auch an der Drebung ber Erde um ihre Are nicht weis ter ameifeln.

Richer, ein Französischer Aftronom, war der erfte, welcher im Jahre 1672 auf der Insel Capenne, wohin er geschickt worden war, um den

Dimmel ju beobachten, bemertte, daß bas Gefuns -Denvendel nabe an Der Linie furger ift als ju Paris. Seine Uhr, Die er in Paris aufs richtigfte geftellt batte, daß dafelbft ibr Pendel Sefunden folug, ging in Capenne, unter 5 Grad nordlicher Breite, in 24 Stunden um 2 Min. 28 Set. ju langfam; and als er bafelbft bas Penbel fo lange verfürste, Dis es gang genau Sefunden folug, fo fand er es, ben feiner Rudfebr nach Paris, um 11 Linie farjer, wie bas bortige Setundenpendel. Er folof Bieraus mit Recht, bag bie Schwere, gegen bie Linie ju, abnebmen muffe. 3war glaubten bamals einige, daß die größere Barme in Capenne Die Bendelftange verlangert babe, und gang affein an ber Berichiebenbeit, die Richer bemerft hatte, Urs fache fen; allein Remton jeugte unlengbar ben Ungrund Diefes Borgebens, und daß die verschiedne Barme bochftens einen Unterschied von I Linie in Der eifernen Stange Des Sefundenvendels babe bers porbringen fonnen.

Die Bemerfung des Richer machte viel Aufs sebens, als sie allgemein befannt wurde, und man fing nach und nach an vielen Dertern an, die länge des Sekundenpendels sorgsältig zu beobachten. Allein dergleichen Beobachtungen erfordern eine ganz außers ordentliche Senauigkeit, und weil man diese Anfangs nicht anwendete, so kann man sich auch auf die ältern Bestimmungen der Länge der Sekundenpens del gar nicht verlassen. Denn da selbst zwischen Eapenne und Paris der Unterschied in dieser Länge nur etwa eine pariser Linie beträgt, wie klein muß er nicht zwischen andern Dertern seyn, deren Breis ten viel weniger verschieden sind? Man muß alfo bep den Versuchen zur Kestimmung der Pendellans

gen auch die geringsten Rieinigkeiten nicht vers nachläftigen.

Daber find felbft gut gearbeitete Benbelubren ju bergleichen Bersuchen nicht zulänglich, weil bie Sowingungen ihrer Pendel nicht fren, fondern bem Einfluffe Des Rabermerte der Ubr unterworfen find, und biefer fich gar nicht nach ber Berauberuna ber Schwere richtet. Aus Diefer Urfache ift unten andern die Bestimmung der Bendellange von Upfal Des Brof. Celfius unguverlaffig. . Much befondere au bergleichen Berfuchen gemachte Bertieuge mit Pendeln, Die nach Art ber Uhren eingerichtet find, fann man nicht ficher gebrauchen, obgleich fie brauche barer find als die Uhren, wenn fie febr gut gearbeig tet, febr einfach und fo eingerichtet find, daß ibr Pendel fich fast gang frep fcwingt, ohne burch bie hemmung merflich geftort ju werben. Indeffen find ihnen allemal bloge unveranderliche Benbel, obne alles Rabermerf, porguzichn. Gie beftebn aus einer dunnen, metallnen, unten mit einer fcweren Rugel ober Linfe verfebnen Stange, Die an einen horizontalen Are bangt. Sie ift mit ber Rugel gang feft verbunden, und ihre Ure ift nicht rund, fondern bergformig, fo, daß fie nach unten in eine Scharfe jufammengeht, Die auf einer wagrechten Unterlage ruht. Durch Diefe Ginrichtung, beren man fic auch ben ben Wagebalten bedient, wird die Reibung, wenn alles gehörig gehärtet und poliert ift, oder vielmehr das Moment der Reibung. fo vermindert, bag ein foldes Bendel, wenn man es einmal losläßt, feine Schwingungen tagelang fortfest.

Eine wesentliche Bedingung ben ben Berfuchen zur Bergleichung der Schwere zweper Derter ift die, daß man das unveränderliche Pendel au beiden Dertern

in vollig gleicher Barme balt, wie die: Araniskichen Deffunftler 1737 in Lapland thaten. Denn wenn man, nach dem Benfpiele ber Englander, auf ihrer letten Untersuchungereife jum Rordpole im Sabre 1773, Die Lauge Des Bendels blog burch Rechnung son einem Grade ber Barme auf ben andern juruds bringt, so erhalt man nie etwas Zuverläffiges; theils weil das fefte Detall Die Barme viel langfamer ans nimmt, als das Quedfilber des Thermometers, theils weil es fich febr ungleichformig ausdebnt, wenn gleich die Barme gleichformig gunimmt, theils weil verfchiedne Sattungen felbft von einerlen Metalle fic oft auf verschiedne Art ausdehnen. Muberbem muffen auch die Schwingungen bes Bendels an beis ben Dertern, beren Schweren man bergleichen will. von gleicher Große fenn. Das Pendel der Rrangofis fcen Deffunftler ging um 35 bis 4 Gefunden tags Hich geschwinder, wenn es immer nur burch 3 Grade lief, anstatt 4 Gr. 20 Min. zu beschreiben. das unveränderliche Bendel des Berrn Mallet machte, wenn man es Anfangs fo fart anfließ, daß, feine Schwingung 8 Linien betrug, nach 12 Stunden unt Sowingungen von einer Linie. Daber muß man einem folden Bendel an beiben Dertern, Die man vergleicht, Anfangs eine gleiche Bewegung geben, und es fic bernach felbft überlaffen.

Reben dem unveränderlichen Pendel muß man eine recht gute und juverläffige Uhr haben, deren Sang man dadurch prüft und bestimmt, daß man den Durchgang eines Firsterns durch den Meridian verschiedne Mal nach einander bevbachtet. So weiß man, wie viele Schwingungen die Uhr in 24 Stuns den Sternzeit macht, und eben dasselbe erfährt man auch von dem Pendel, wenn man seinen Sang mit dem Sange der Uhr vergleicht. Geset nun die Zahr

sen der Schwingungen, welche dasselbe Pendel in einerlen Zeit, ben einerlen Warme, an zwen verschiede nen Dertern macht, verhalten sich wie z:a, so find auch die Dauern jeder einzelnen Schwingung dessels ben Pendels an beiden Dertern in demselben Bete hältnisse. Man muß also das Pendel an dem einen Orte in dem Verhältnisse von z:a verfürzen oder verlängern, wenn es daselbst eben so geschwinde schlagen soll, als an dem andern Orte; und in demse selben Verhältnisse z:a sind daber auch die längen der Sesundenpendel und die Kräste der Schwere an beiden Oertern. \*)

Roch viel mehrere Genauigfeit erfordern Die Bere fuche, wenn man bie gange bes Gefundenpendels an einem gemiffen Orte nicht durch Bergleichung, font bern unmittelbar, richtig bestimmen will. Man nimmt bierzu am besten ein phofisches einfaches Bendel, welches aus einem feinen Goldfaben, ober noch beffer aus einem gaben von Mot (fil de pite) und einer febr fchweren fleinen Rugel von Plating, Gilber ober Blen beftebt. Man fann auch bem Abweren Rorper Die Geffalt zwenet vereinigter Regel deben, indeffen muß feine Beftalt außerft regelmafig and nach allen ihren Ausbehnungen aufs genauefte ausgemeffen febn. Der Raden wird oben fo einges Hemmt, bag er fich mit feiner Rugel gang fren fowing gen fann, und die Sauptfache ift die Entfernung feines unterften Punttes vom Aufhangepuntte aufs allergenauefte ju meffen, und bis auf Sunderttheile einer Linie richtig ju bestimmen. An dem Ende muß nicht nur der Dagftab, beffen man fich bedient, außerft forgfaltig eingetheilt fenn , fondern man muß auch auf den Grad der Barme Rudficht nehmen, ben

<sup>\*)</sup> Man febe ben feche und vierzigften Brief.

welchem ber Dafftab eingetheilt worben ift, und. ben welchem man die lange bes einfachen Benbeis mit ibm mißt. Go fand Bougver in Amerita, Das fein eiferner Dagftab, wenn er ibn aus der Stadt Quito berunter and Ufer des Meers brachte, burch Die Barme fo ausgedehnt murbe, baf ju ber am Meere gefundenen gange bes einfachen Gefundem pendels von 439,07 Linien 0,075 par. Linien biname gefügt werden mußten, um fie auf die Barme von Quito jurudjubringen. Und ber herr von Borba bediente fich, ben ben außerordentlich genauen Beza fuchen, durch melde er 1792 die lange des parifes Gefundenpendels auf 440,6 Linien bestimmt bat, eines Bendels und eines von Platina gemachten Rafe ftabes von 12 guß. Der lettre aber war mit einem febr empfindlichen Metallthermometer verfebn, und außerft genau eingetbeilt.

Auch hier muß man durch eine gute aftrenomische Uhr, und die Besbachtung der Durchgange eines. Firsterns durch den Meridian, die Daner der Schwins gungen des einfachen physischen Pendels aust genaueste bestimmen. Den Ort des Schwingungspuntts dieses Pendels muß man ferner sorgfältig berechnen, woraus sich leicht die Lange des einfachen Setundenpendels an dem Orte der Besbachtung sinden läst. Diese muß noch auf den leeren Raum zurückgebracht, und wegen der Größe der Schwingungen gehörig verbessert werden. \*)

<sup>\*)</sup> Man febe ben feche und vierzigften und neun und vierzigften Brief, 2. Unmert.

# 3men und funfzigfter Brief.

Den meiften Berfuchen jur Beftimmung der gange Des einfachen Gefundenvendele fehlt es, wenn man Be geborig untersucht, an Benauigfeit. Wenn man indeffen unter benen, welche die genaueften gu fenn fcbeinen , bren mablen foll, beren Derter am weitften bon einander entfernt find, um daraus am ficherften Die Bunahme ber Schwere auf ber Erbe berleiten ju tonnen, fo glaube ich, bag man die auferordentlich genaue Bestimmung bes herrn von Borba ju Paris, Die des Bougver unter der Linie, und Die des herrn Mallet ju Ponoi unter 67°4% Breite mablen muffe. Die beiden lettern Bestimmungen find mabricheins lich bis auf zwen oder dren Sunderttheile einer Linie nicht gang zuverläffig. Gest man aber ben Acquis nofzialvendel, deffen lange Bougver nach allen nothie gen Berbefferungen, auf 439,21 ginien bestimmt batte, auf 439,23 Linien, und den Gefundenpendel ju Ponoi, ber nach Mallets Beobachtungen, wenn man ihn mit bem parifer Sefundenpendel vergleicht und Diesen auf 440,6 Linien fest, 441,25 Linien halten mußte, auf 441,28 Linien, fo zeigt fic, baß man bas Quabrat bes Sinus ber Breite nur mit 2,42 vermebren muffe, um die Bunahme ber Schwere an jedem andern Orte ber Erde ju finden. wird, nach diefer Berechnung, das einfache Gefunt. Denpendel von Paris, wie es auch Borda gefunden, pon 440,6; bas von Gotha, fo wie es herr von Bach durch die genoneffen Berfuche bestimmt bat, von 440,69 Linien, und auch bas von Petersburg, Rom

und Leiden, welche alle febr forgfaltig beftimmt wors ben find, ftimmt mit der Erfahrung fehr genan Das von Pello in Lapland wird zwar um Too einer linie langer, als es nach der Angabe Des Maupertuis fepn follte, wenn man bas parifer Pendel ju 440,6 Linien annimmt; allein Manpers fuis bediente fich eines Benbels mit Rabern, und Bergleichen Berfjeuge geben bas Berbalenif ber Dens bellangen an verichtebnen Derteen finimer erwas gu flein dir, weil ihr Bendel allemal guin Ebeif mit bon bem Rabermerte befichleunigt wirb, and bies fer Theil ber Befdleunigung fich wenig ober gar hicht anbert, wenn gleich bie Schwere wadt ober ábnimmt. 1

Sie feben alfo, daß ble Conete, nach ben genaueften und richtigften Bebbachtungen, vom Acquator gegen ble Pole ja, febr genau im Bers Baltniffe ber Quabrate ber Sinus ber Breiten jus himmt. Unter bem Pole felbft, wo ber Ginus ber Breite = 1 ift, mußte bas einfache Gefundens pendel 439,23 + 2,42; bber 441,65 par. Linien Die relative Edwere unter ber Linie lang fepn. berhalt fich alfo ju ber unter bem Pole, wie \$30,23:441.65 vber wie 179:180, und in' bems felben Bethaltniffe mußte auch bie halbe Are ber Erbe jum Salbmeffer bes Requators fenn, wenn bie Erde gang fluffig mare. Denn in biefem Ralle mußten ihre nach bem Mirtelpunfte gebenbe Cams fen allenthalben im Gleichgewichte, alfb auch gleich fomer fenn. Da nun bie von bem Pole mach bemi Mittefpunfte gebende Caufe überall im Berbalte fiffe bon 180 : 179 eigenthamilch fciberer fenn toutde, ale bie abnliche bon Whend einem Orte bes Acquators zum Mittelpunkte gehende Caulo

fo mufiten die gangen beider Caulen fich umgelebet verhalten, wie ihre eigenthumliche Schweren.

Bare die Erde eine durchaus gleichartige polls fommne Rugel, fo murbe Die absolute Somere aberall auf ihr vollig einerlen fenn. mare nicht die geringfte Urfache ba, marum ein Rorper von ihr an einem Orte ihrer Dberflache ftårter angejogen werden follte, als an dem andern. Sie baben gefeben, bag in Diefem Ralle Die relas tive Schwete, fo bald die Erde fich um ihre Ure brebt, gegen die Pole ju, überall wie bas Que brat des Sinus der Breite zunehmen muß. ift die Erde zwar von einer Rugel verschieden, aber bennoch fo wenig, baß diefer Unterfchied in Das Berhaltniß ber relativen Cowere an verfchiebs nen Dertern feinen mertlichen Ginfing haben fann. 2 Bare fie indeffen in ihrem innern Bque febr uns gleichartig, fo murbe auch in ber Bunahme ber Schwere Diefe Ungleidartigfeit merflich fenn. Allein es ift aus verschiednen Umftanden, und felbft aus ben Berfuchen mit ben Penbeln, gar nicht mabre fcheinlich, daß ibre Daffe febr ungleichartig fenn follte.

Die Größe der Schwungkraft unter der Linie, welche aus der Drehung der Erde entsteht, sinden Sie auf folgende Art. Der Halbmesser des Nequas tors halt an 3281712 par. Rlafter oder 19690272 Buß. Berechnen Sie hieraus seinen ganzen Umfang, den jeder Punkt unter der Linie in 86164 Sek. einmal durchläuft, so sinden Sie die Seschwindigskeit eines solchen Punkts, oder den Raum, durch den er in jeder Sekunde gleichsbrmig geht, 1435

Huß groß. Run ist die Schwungfraft  $f=rac{c^2}{2rg}$ 

wenn c die Geschwindigfeit ber Drebung, r ben Salbmeffer des durchlaufnen Rreifes und g ben Raum, burch welchen unter ber Linie ein fcmerer Rorper in einer Sefunde fallt, bedeutet. \*) Gegen Sie diefen = 15 guß, fo feben Sie, daß unter Der Linie Die aus der Drebung ber Erbe entsprins gende Schwungfraft 1 288,7 ber bortigen relativen Sowere ausmacht. Folglich ift bort bie absolute Somere =  $1 + \frac{1}{288/7}$ , oder, fie verhalt fich ju der relativen Schwere daselbft, wie 289,7: 288,7. Das einfache Sefundenpendel, welches dort 439,23 Linien balt, murde folglich 440,75 Linien ohne Die Schwungfraft lang fenn. Alfo verbalt fic die abfolute Schwere unter ber Linie ju ber abfoluten Schwere unter dem Pole, wie 440,75: 441,65, bennabe wie 880:881. Sie ift alfo überhaupt auf ber gangen Erde allenthalben fast von gleicher Große, aber bennoch unter ber Linie etwas fleiner als unter bem Bole.

Juweilen muß man ben ben Bersuchen mit den Pendeln selbst auf die Lage eines Orts sehn, weil die Schwere mit der Entsernung vom Mittelpunkte der Erde abnimmt. Go fand Bougver in Quito, welche Stadt eine außerordentlich hohe Lage hat, das Sekundenpendel merklich kurzer als am Ufer des Meeres. Dier war es 36 Jolle 7,21 Linien, dort, 1460 Klaftern über dem Meere, 36 Jolle, 6,88 Lin., und auf dem Pichincha, 2434 Klaftern über dem Meere, nur 36 Zolle 6,69 Lin. lang.

<sup>&</sup>quot; Man febe ben feche und brenfigften Brief.

Außer ber Linie wird die Schwere burch bie Somungfrafte nicht nur vermindert, fondern auch in ihrer Richtung verandert. Es entfieht namlich in jedem Punfte der Erdflache B (Sig. 88) außer ber Rraft BG, noch eine Tangengialfraft q nach BH aus ber Schwungfraft f, die nach BF geriche tet ift, und man bat q:f = DC:CB = sin. a: 1, wenn a den Wintel BCA oder die Breite des Ortes B[bedeutet. Also ift q = f . sin. a, und da f : F; ober ju ber Schwungfraft in A, fich wie DB : CA = cos. a : 1 verbalt, also f = F . cos. a ift, fo wird q = F. sin. a. cos. a = 1 F. sin. 2 a. Diese son B nach H gerichtete Rraft ift alfo unter eines Breite bon 45° am größten, weil ber Ginus von 2.45" ber größte mögliche, namlich i ift. macht fie & F ober bie Salfte von ofn ber Somere, bas ift: 0,001735 von BC aus, wenn man bie Somere überall als beftandig anfieht und burd ben Salbmeffer BC ausdruckt. Benn Gie baber ein Rechtect swifden BH und BC befdreiben, fo feben Gie, daß aus der Schwere und ber Rraft BH, weil fic beibe aberall vereinigen, im 45° Der Breite, eine jusammengefette Rraft entflebt, beren Richtung mit BC einen Wintel von 5' 58" macht, weil der Ginus diefes Bintels = 0,001735 ift. Um fo viel weicht alfo bier bie Richtung bet Sowere von der nach dem Mittelpunfte ber Erbe gerichteten Linie ab, und abnliche Abweichungen muffen überall auf ber Erde, außer ber linie, in jeder andern Breite, wiewohl in geringerm Brade. Statt finden.

Satte alfo bie Erbe einen vollfommen lugels formigen feften Rern, ber allenthalben mit gufams menhangenden Meeren bebeckt mare, fo wurden

diese durch die Drehung der Erde von allen Seisten gegen den Aequator zu getrieben worden semn, und sich dort meilenhoch angehäuft haben, weil kein Gewässer oher ruhig bleiben kann, als dis die Richtung der Schwere senkrecht auf seine Obers sichtung der Erde wurde also schon dadurch die Gestalt einer um die Pole herum abgeplatteten Afterkugel erhalten haben.

Auf diese Art stellte hungens sich die Erde vor. Er nahm die absolute Schwere überall von gleis der Gröse, und die krumme kinie NBASN, welche die um den Acquator angehäusten Meere bilden, so bald sie ins Gleichgewicht kommen und ruben, für eine Ellipse an. Indem er nun die Abmessugen dieser Ellipse auf den Fall berechnete, wenn die aus BC und BH jusammengesetzte Kraft allenthalben auf den Umfang der Ellipse sentrecht ist, sand er, daß ihre beiden Aren sich wie 576:577 verhalten mußten, und in eben demselben Berhälte nisse glaubte er musse auch die Are der Erde zu dem Durchmesser ihres Acquators sepn.

Allein wenn die Erde auf diese Art gebant, wenn ihr fester Kern vollkommen kugelformig und gleichartig, also auch die absolute Schwere überall von gleicher Größe wäre, so müßte in dem heißen Erdstriche alles mit unergründlichen Meeren bedeckt, gegen die Pole zu aber nichts als sesses Land vors handen senn. Also beweisen die großen Gerecken Lundes, die man selbst unter der Linie, und die ungehenern Meere, welche man um den einen und den andern Pol, vorzüglich aber um den südlichen sindet, ganz offendar, daß selbst der sesse unstrer Erde nicht vollkommen kugelsormig, sondern

unter der Linie bober ift als unter den Polem. Diefer Schluß wird dadurch bestätigt, daß auch Die übrigen Planeten, die sich um ihre Are breben, Afterfugeln, und an den Polen zusammengedrück, mm ihren Aequator aber merktich erhaben und gleiche sam angeschwollen find.

Eine soiche Sekalt aber konnten die Planeten nur aledann durch die Drehung erhalten, wenn sie im Anfange durchaus fluffig oder wenigstens weich waren. Wenn Sie eine weiche Rugel etwas schwell um eine gewisse Are drehen, so werden Sie bald sehen, daß sie sich um ihren Nequator erhebt, und unter ihren Polen senkt. Miso muße senhebt, und unter ihren Polen senkt. Miso muße senhebt, und unter ihren Polen senkt. Miso muße senhebt der jest seste Kern, im ersten Ansange weich oder slüffig war, und durch die Drehung um seine Are die Sestalt einer Aftertugel, die er jest wirtz lich hat, angenommen habe. Sehen dieses muß anch der Kall beg allen übrigen Planeten gewesen seine

Durch diese Grunde wurde Newton bewogen, die ganze Erde als Anfangs völlig fluffig, wie Wasser, anzunehmen, und zu untersuchen, welche Gestale sie ben der Geschwindigkeit, mit welcher sie sich wirklich dueht, habe erhalten muffen, nache dem sie in ihrem Junern allenthalben sich inst Gleichgewicht gesetze hatte, und die Richtung der relativen Schwere überall auf ihre Oberstäche sents recht, also diese allenthalben vollkommen wagrecht geworden war. Aber auch Rewton sehte voraus, daß jene Gestalt elliptisch und die Masse der Erde durchaus völlig gleichartig gewesen sep. Er fand unter dieser Boraussehung das Berbaltnis der

Erdare zu dem Durchmeffer ihres Aequators, der Theorie der allgemeinen Schwere gemäß, wie 229:230.

Da aber biefer Beweis bes Remton in vers foiednen Abfichten unvollftandig, buntel und mane gelhaft war, fo bemubten fic nachber zwen große Megfanfler, Macs ganrin und Clairaut, ion weits lauftiger auseinander ju feten und ju ergangen. Sie jeigten, bag bas eigentliche Berbaltnif ber Abplattung ber Erbe nicht 22g: 230, wie es Remton angegeben, fondern 290: 231 fep, und daß die Erde, wenn fie eine gleichartige Baffers fugel mare, ben ber Drebung, welche fie wirklich bat, die Geftalt einer Ellipfoide, beren Saupts aren fich wie 230:231 berhalten, warde annehe men muffen, um nicht nur in allen ihren innern Theilen, fondern auch von außen, vollig im Gleiche gewichte ju bleiben, weil alsbann ibre Oberfläche überall auf die Richtung ber relativen Schwere feufrecht fenn murbe.

#### Unmerfungen.

r. Man fann alles diefes am besten aus fole gender Tafel überfebn, worin einige der zuverläße figften Beobachtungen gesammlet find:

Detter	Bedachter	Rordliche Breite	Rordliche   Duabrat bes Beobachete Berechnete Unterfchled Breite   Gin. b. Brei. Penbellange Penbellange	Bevbachtete Pendellange	Berechnete Pendeliange	Unterfchled
Ponoi	Mallet	67° 41'	0,84824	441, 25	441, 28	0,03+
Delle	Maupertuis	66 48	0,84474	.441, 2I	441, 27	+900
Betereburg Dallet	Mallet	95. 65	0,74892	441,03	4416 02	-10/0
gelden	gnlofe	52 9E		440, 72	440, 73	+10%
Gotha	von Zach	50 56	0,60279	440,69	440, 69	
Paris	von Borda	48 51	0,56699	440,6	440, 6	
None	le Seur	41 54	0,44600	440, 29	440, 3	+ 10/0
Mequator	Bougber	0	ó	439, 21	439, 23	+ 20/0

In ber Babl von dergleichen Beobachtungen muß man ungemein vorsichtig febn, wenn man aus ihnen die Abnahme der Schwere auf der Erde

beurtheilen will, weil bie meiften gar nicht genan und juverlaffig find. 3d mußte unter ben mit ber großten Sorgfalt angefiellten feine, Die, ber geos graphifden Breite nad, weiter auseinander maren als die von Ponoi, Paris und Quito. Die lettre farn, wenn man alle Umftande unpartenifch ermagt, fcwerlich um mehr als um zwen bis bren Duns Derttbeile einer Linie unguverlaffig fenn. man die Bendellange unter der Linie vertleinern, fo murbe bie ju Ponoi ju ftart vermehrt werben muffen, die doch auch, nach der Befchreibung bes herrn Mallet in den Schriften der Petersburger Afademie, febr genau ju fenn fceint. Ueberdiefes ftimmt fie mit ber burch Grifcom und Mallet gu verschiedenen Zeiten und mit verschiedenen Berts geugen aufs genauefte bestimmten gange des Setuns benvendels von Petersburg vollfommen überein. Daß aber die Bendel mit Rabern, bergleichen Grabam jur Beobachtung der Schwere gemacht bat, Die Berhaltniffe der Bendellangen an verfcies benen Dertern zu flein angeben, fieht man an den Londner Beobachtungen des Grabam felbst am deuts lichften, wenn man fie mit ben ju Paris gemacht ten Beobachtungen vergleicht. (S. Maupertuis von Der Gestalt ber Erbe.)

2. Wenn die Erde auch keine vollkommne Augel, sondern eine elliptische gleichartige Afterkugel ift, die aber von der Augel nur wenig abweicht, so muß dennoch die Zunahme der relativen Schwere auf ihr, vom Mequator bis zum Pole, sich überall wie das Quadrat des Sinus der Breite eines jeden Orts verhalten. Denn es sen NS (Fig. 22) ihre kleinre Are, um welche sie sich dreht, AB die größre, voer der Durchmesser ihres Mequators, C ihr Mittelpunkt, DH senfrecht auf AB, und CH = x,

HD=y, CA=a, CN=b; so ist die Reaft, womit itgend ein Puntt K, in CD, angejogen wird, ju der Ziehfraft in D, = CK:CD \*) Die Schwungfrafte beider Puntte K und D, auf CD guruckgebracht, find auch wie CK : CD. Alfo vers Balt fic auch die relative Schwere, gegen C in D, au der in K, wie CD: CK. Diefes gilt von jeden zwenen Saulen, Die, wie DC, von Der Dberflache nach dem Mittelpunkte gebn. Da nun die gange Raffe überall im Gleichgewichte ift, so muffen alle dergleichen Saulen gleich viel wiegen, und Daber ift das Produkt aus der Schwere in D mit Der gange der Gaule DC eine beständige Graffe. Folglich verhalt die Schwere in D fich umgelehrte wie CD, ober sie ist =  $\frac{1}{CD}$ .

Run ift aber in der Elipse ANBSA y° = b°

- b² x² (7. Brief 2. Anm.) und DC° = x²

+ y 2. Daber wird DC 2 = a 2 + b 2 - a 2 y 3;

und  $\frac{1}{DC} = (a^{a} + \frac{b^{a} - a^{a}}{b^{2}}y^{a})^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{a} - \frac{1}{a}$ 

 $\frac{b^2 - a^8}{2 a^5 b^2} y^2$  etc. (48. Brief 1. Anm.) =  $\frac{1}{a}$  +

a<sup>2</sup> — b<sup>2</sup>
2 a <sup>5</sup> b <sup>8</sup> y <sup>2</sup> etc. Da nun die Ellipse ANBSA bon einem Rreise sehr wenig verschieden ift, so kann man ohne merklichen Freiham ben Winkel DCA für die Breite p des Ores D, und CD abreal — a

annehmen. So wird  $y = a \cdot \sin p$  and  $\frac{i}{DC} = \frac{i}{a}$ 

<sup>\*)</sup> Dar febt ben fteben unit brenfigften Brief.

 $+\frac{a^3-b^2}{2ab^2}$  (sin. p)<sup>2</sup> etc. In A ift p = 0, und  $\frac{1}{DC} = \frac{1}{a}$ . Golglich ist überhaupt  $\frac{1}{a}$  die Schwere in A und  $\frac{a^2-b^3}{2ab^2}$  (sin. p)<sup>2</sup> die Zunahme der Schwere von A bis D. Es verhält sich also auch hier die Zunahme der relativen Schwere, wie das Quadrat des Sinus der Breise eines jeden Ortes.

3. Man nehme eine hohle mit Stroh oder hen ausgestopfte Rugel von weichem Leder, die in thren beiden Polen zwey durchlöcherte hölzerne Platten hat, welche sich auf der durch sie gehenden eisernen viere eckigen an beiden Enden in Zapken abgerundeten Stange leicht herausschieben lassen. Diese drehe man in einem Gestelle auf ihren Zapken schnell herum, so schwillt sie um ihren Aequator an, und zieht sich um die Pole zusammen.

## Dren und funfzigster Brief.

Obgleich es, wie zuerft Clairaut gezeigt hat, gewiß ift, daß die Erde, wenn fie im Anfunge durchaus fluffig, wie Wasser, gewesen ware, eine elliptische Arummung angenommen haben wurde, so ist dennoch diese Paraussegung der volltommuen Fluffigkeit nicht nur ganz willfuhrlich, sondern sogar nach aller Wahrs scheinlichseit unrichtig. Denn die Erde mußte ents weder im Wasser oder im Fener fluffig gewesen senn. Das erfte ist gan nicht wahrscheinlich, wenn man

auch jugeben wollte, bag alle Steine und Erben im Baffer baben aufgeloft merben tonnen. Denn Die an einer folden Auflofung nothige Maffe von Waffer batte vielmal größer fenn muffen, als die gange Daffe Der Erde; und mo mare fie geblieben ? Denn daß, Das Innere ber Erde aus Baffer beftebn und Diefes bloß von außen mit einer barten Rinde umgeben fenn follte, ift wieder eine blog willführliche Sppothefe. Benn wir und Daber bloß an die Erfahrung halten, to muffen wir annehmen, daß die Erde, wenn fie. Unfange fluffig war, ihre Fluffigfeit vom Feuer ers Bir finden noch jest auf der Erde Salten babe. fluffige Steine und Erden von fehr verfchiedner Urte aber bloß ben Bulfanen, und diefe find nicht fluffig, wie Waffer, sondern außerst jabe und zum Theil durchs Reuer blog erweicht. Weiche aber oder jahe flufs fige Materien entfernen fich ben ihrem Gleichgewichte bon den gewähnlichen bodroftatifchen Gefegen allemal, und zwar um defto mehr, je jaber fie find. alfo bocht mabriceinlich, daß auch die Erde, menn fe Anfangs fluffig mar, feinesmeges gang genau Diejenige Gestalt angenommen baben fann, Die fie erhalten haben murde, wenn fie bem Baffer abnlich gewesen mare. Sie bat fich Diefer Gestalt bloß ges nabert, und zwar um befto mehr, je weniger jabe fie war; welche Rrammung fie aber eigentlich anges, nommen bat, lagt fich aus bpbrofatifden Grunden Durchaus nicht entscheiben.

Mollen Sie einen ganz unwiderleglichen Beweis von dem, was ich hier fage, so betrachten Sie die abrigen Planeten, deren scheinbare Durchmeffer sich meffen und vergleichen laffen. Ich will nicht vom Saturn und Jupiter reden, sondern bloß den Mars zum Bepspiele mablen. Er ift kleiner als die Erde, und dreft sich anch eimes langsamer um seine Ure

als sie. Seine Abplattung sollte also, nach der Theorie, noch weniger als  $\frac{1}{230}$  betragen. Sie macht aber, nach herrn herschels Besbachtung, an  $\frac{1}{13}$  aus; und dieser ungeheure Unterschied zeigt aufs deutlichte, daß man die Gestalt der Planeten und der Erde nicht einmal ben nahe durch die Theorie bestimmen kann.

Much die Erbe fceint merflich ftatfer abgeplattet ju fenn als um alo, obgleich die gegenfeitige Dele hung bentintage bas Unfebn der gefchicfteffen Dans ner in Franfreich auf ihrer Seite bat. fic die Are der Erde jum Durchmeffer ibres Aequas tors umgefehrt verhalt, wie die relative Schwere unter dem Pole gu der unter der linie, \*) diefe aber im Berhaltniffe ber lange bes Sefundenpendels ift, fo folgt, bag die Abplattung ber Erde nach Diefer Regel To betragen muffe. Rach dem Berbaltniffe von 230 : 231 fonnte bas Sefundenpendel, wenn es unter ber Linie 439,23 Linien lang ift, unter bem Dole felbst nicht mehr als gegen 441,14 Linien hals Allein foon in Betersburg ift es faft fo lang und in Ponei und Pello, ja in Archangel, unter 64° 35' Breite, ift es langer. Denn es balt am lettern Orte, nach dem Delisie, 441,189 Parifer Linien.

Man muß fich also, wenn man die wahre Krüms mung der Erde mit einiger Zuverlässigkeit wissen will, bloß an die Ersahrung und an die gemeßnen Grade der Erde halten. Wort nämlich PAS (Fig. 161) iegend einen Meridian der Erde, PS ihre Are, C ihren Mittelpunkt, und CA den halbmesser ihres Mequaturs vorsiekt, so nennt man einen jeden Bogen Dd, Ee, wes Meridians einen Grad der Erde,

<sup>&</sup>quot;) Zwen und funftigfter Brief. 2 Anmert.

wenn bie auf ibn in feinen Enbounten fenfrechten Minten, wie DO, dO, ober EK, eK, einen Bine Bel von einem Grade mit einandes machen. Die Linie PAS nicht freisformig, fo bat fie in D eine andre Krummung als in E. Es weichen aber Die Meinen Bogen Dd. De nur ummerflich von Rreise bogen ab, und maw fann baber DO, dO, wie auch EH, eK, als:eiwander gleich, und Dd, wie auch Es, als Rreisbogen, deren Mittelguntte in O und K fallen; anfebn: 3ft baber DO großer als EK, fo- muß auch Dd in bemfelben Berbaltniffe größer als Ee fenn, weil Rreisbogen, Die zu gleichen Binfelm gehoren, fich allemal wie ibre Salbmeffer verhalf Je größer aber ber Salbmeffer eines folden Bogens ift, um befte fleiner ift feine Rrummung. Wenn man daber die Grade Ee und Did mift, und findet Ee fleiner als Dd. fo folgt, dag die Erde ben E ftarter geframmt ift als ben D; und nehmen thre Grade von ber Linie gegen die Pole immer mehr zu, fo ift diefes ein Beweis, daß ibre Rrummung gegen bie Pole immer geringer wird, und fie alfo Dafelbit abgeplattet ift. Bare baber PAS eine halbe Elipfe, fo maßte CP ibre balbe fleine, und CA ibre balbe große Are fenn, weil die größte Rrams mung Diefer Einie an ber Spipe ihrer großen, und Die kleinfte an der Spise ihrer kleinen Are ift.

Man fann aber einen Grad der Erde, wegen bes Ungleichheiten der Erdfläche, nie unmittelbar meffen. Daber wählt man mehrere Standpunkte A, B, C, D (Fig. x62), die alle von der Mittagsstinie AC zu beiden Seiten nur wenig entfernt, und einer aus dem andern fichtbar find. Raun man die Linien AB, BC, CD unmittelbar richtig meffen, so hat man hernach weiter nichts zu thun, als daß man in A, B und C ein Kernrohr ganz genau in die

Mittagelinie beingt, und die Binkel EAB, CBe. DCe beobactet. , Denn aus diefen Binfeln und ben gemegnen Linien laffen fich in ben rechtwinfliche ten Drepeden ABb, BCc und CDe leicht Die Stude Ab, Bc ober bd, und Ce ober dE bereche nen, welche jufammengenommen bem gangen Bogen AE gleich find. Beil aber gewöhnlich auch micht einmal die einzelnen Linien AB, BC und CD unmits telbar gemeffen werben tonnen, fo wählt man zwis fchen A und E irgendmo jur Seite eine Cone, auf welcher fich eine gerade Linie FG, Die fo groß als moglich fenn muß, unmittelbar meffen laft. nennt man die Grundlinie (basis), und fie muß mit ber außerften Genauigfeit gemeffen werben. Man mißt fie mit febr richtig eingetheilten Staben, Die man an einauber legt, und nimmt auch auf die Musbebnung Rudficht, welche Die Barme in ihnen Dan mißt bie Grundlinte mehrere Dal. und bringt fie, wenn fie nicht vollfommen magrecht ift, auf die magrechte lage, und auf die Dberflache bes Meeres jurud. Man verbindet fie bieranf mits telbar ober unmittelbar mit den Punften A, B, C, D, und berechnet, indem man allenthalben alle Bintel in den verbundnen Drepecten aufs genaueste beobache tet, fie auf einerlen magrecte Chne gurudbringt und berichtigt, querft die Seiten FB, GB, bernach aber weiter AB, BC, FC, CD n. f. w. woranf fich Denn weiter, fo mie porber gezeigt worden, Die Stude Ab, bd, dE finden laffen, beren Summe AE nachber noch, eine fleine Berbefferung bedarfe weil die Meridiane AE, Bc, Ge eigentlich nicht parallel find, fondern im Pole gufammenlaufen.

Man muß hierauf einen Firstern, der febr nabe ben den Scheitelpuntten der Derter A und E burch Die Mittagebne geht, an beiden Dertern bevbachten,

und die Entfernung beffelben von jenen Scheitels puntten aufs allergenauefte meffen. Der Unterfchied beider Entfernungen ift dem Bintel gleich, Den Die lothrechten Linien in A und E mit einander machenwenn man fie, gegen ben Mittelpunft ber Erbe au, fo lange verlangert, bis fie jufammenlaufen. Diefer Wintel größer ober fleiner, als ein Brad, fo fann man aus der gemegnen lange der Linie AE nach ber Regel Detri leicht finden, wie viele Rlaftern ober fuß eigentlich auf einen Grab gebn. Indeffen muß man, um biefe Berechung befto juverlaffiger gu machen, dabin feben, daß AE, wo moglich, allemal mehr, als einen Grad, ausmache. ber Sewauigfeit ber bimmlifden Beobachtungen ift vorzäglich febr viel gelegen, und daber tann man fic auf die Meffungen nicht febr verlaffen, die febr nabe an boben Bergen gemacht worden find, meil Die Berge Die Lage Der Lothlinien Durch ihr Anglebn oft merflich andern.

In feinem gande bat man für die Meffung ber Erbe mehr gethan, als in Franfreich. Man fchicte bon bier aus im Jahre 1785 eine Gefellichaft ber geschickteften Deffunkler nach Qvito in Umerita, um bort unter ber Linie einen Grab ber Erbe ju meffen. Im folgenden Jahre reifte in abnlicher Abficht eine andre Gefellichaft febr geubter Besbachter nach Laps land; und diefe beiden berühmten Deffungen find noch fest die Grundfaulen, auf welche fich unfre Renntuig von ber mabren Geftalt ber Erde ftust, ba fie an fo weit entlegnen Dertern, und von fo großen Reffinflern, Die mit ben beften Berfgengen berfes ben maren, ju Stanbe gebracht worden find. In Frankreich felbft bat man zu berfchiednen Malen Grabe ber Erde mit ber außerften Gorgfalt gemeffen; und woch neulich haben dafelbft die geschickteften Mannereine 1792 angefangne Meffung einer Einie von 93 Graben, Die von Barcellona bis Dunfirgen geht, gludlich geendigt.

Alle diefe Reffungen beweifen gang unwiders forechlich, bas die Erde feine elliptifche Rrummung Denn wenn man ben unter' ber Linie gemegnen Grad von 56753 Parifer Raftern mit dem mittles ren Kranibfischen Grade von 57027- Parifer Rlafe tern vergleicht, ber jum 45° ber Breite gebort, fo fieht man augenscheinlich, daß die Abplattung ber Erbe nur 333 betragen mußte, wenn bie Erbe ellips tifc gefrummt mare. Da aber, wie jedermann jus gibt, ben einer folden Rrummung, Die Bunghme ber Grabe, von ber Linie gegen Die Pole ju, fich allemal wie bas Quabrat bes Ginus ber Breite bere balt, fo mufte, wenn die Rrummung ber Erbe els liptifc und ibre Abplattung fo geringe mare, Der Saplandifche Grad um 300 Riaftern fleiner fenn, als man ibn wirflich gefunden bat. Eben fo verbalt fic bie Cache mit allen andern Deffungen. men und imen geben, wenn man fie verbindet, und . Die Krummung der Erde als elliptifch vorausfest, eine andre Abplattung ber Erdfugel, und nie paffen bren augleich, wenn fie etwas entfernt von einander find, in dieselbe Effipse. ...

Herner findet man die Arummung der Erde, vers moge der wirklichen Massinugen, sogar unregelmäßig. Der Grad, den Delacaille am Borgebirge der guten hossung, unter 33° 18' gemessen hat, halt 57037 Alastern und ift größer, als der mittlere Grad von Granfreich, der zu 45° Bockte gehört. Wenn man ihn mit dem romischen Grade verbindet, so zeigt essich, daß die Erde, ben einer elliptischen Arummung, um die Pole nicht abgeplattet, sondern länglich ers haben senn müßte. Es kann freplich senn, daß die

füdliche halbkugel der Erde ber nurdlichen unähnlich ist; allein selbst diese Unähnlichkeit beweiset, daß die Mittagekreise der Erdkugel keine Ellipsen sind; und auch in der nordlichen halbkugel scheint es ein Zeichen einer unregelmäßigen Krummung zu senn, daß die in Frankreich gemeßnen Grade so wenig von einander verschieden sind; weniger als sie, nach Bets hältnis des Grades unter der Linie und des in Laps land, verschieden seyn sollten.

Endlich icheint noch immer die Rrummung, wels de Bougver ber Erbe gab, ihrer wirflichen Rrams mung unter allen übrigen am nachften ju fommen. Denn wenigstens in der nordlichen Salbfugel fommt das Berbaltnif der Bianadrate der Sinus der Breite Dem Berbaltniffe ber Junahmen ber Grabe vom Mes quator gegen die Vole am nachften. 1 'Rimmt man aber Diefe Rrummung wenigftens als ber mabren febr nabe an, fo fiebt man feicht, bag bie balbe Erdare 3263282, und ber Salbmeffer bes Acquators 3281712 Parifer Rlaftern balten, Die Abplattung der Erde aber + 177 ober + 178 fenn muffe. \* Rimmt auch, wie ich aben gezeigt habe, Borractung der Nachtgleichen und mit den beften Berfuchen mit ben Penbeln überein. Es flimmt aber auch mit ber Junahme ber abfoluten Schwere auf ber Erde jiemlich genau überein. Denn nach ber Theorie mußte auf der Erde, wenn fie eine Afs terfugel mare, und ihre Abplattung 1777 ausmachte, fich die abfolute Schwere unter bem Pole ju ber uns ter ber Linie, wie 889 : 888 verhalten. aber auch mirffic, wie ich gezeigt habe, ungefahr in Diefem Berbaltniffe.'

#### Anmertungen.

- 1. Man tann biefes am besten aus der folgenden Tabelle übersehn, worin ich einige der genaueften Meffungen gesammlet, und nur die wegen naber hos ber Gerge oder aus andern Ursachen unsichren wegges laffen habe.

		:							<del> </del>
Lapland	!	ı	l	1	Frankreich	Kom	Penfilvan.	Deito	Derter
66° 20	49° 56'	49° 23	47° —	45° 45	<b>15</b> ° —	42° 59	390 12	0	Nordliche Rechte
0,7035	0/3430	0,3318	0,2860	0,2632	0/2499	0,2159	0/1596	Ø	Biquabr. ber Sin. b. Breite
57438 ·	57081/5	5707415	57054-	57045 —	57027-	56979—	56888 —	56753 <b>X</b> I.	Gemefine . Grabe
57440-	57093-	57082-	57038 —	57016-	57003-	56970-	56916-	56762 RL	Berechnete Grabe
+ 2	+ =	+ 75	15	1 29	1 21	9	+ 28	+ 9	(hice

In dieser Tabelle ift das Biquadrat des Sinus ber Breite eines jeden Ortes mit 965 multipligirt und bas Broduft ju bem Grabe bes Mequators addirt worden. Go find die berechneten Grabe entftanben, welche mit ben gemegnen mehr, als man erwarten fonute, übereinftimmen. Die Uebereinftimmung ift foon febr groß, wenn man ben Grad des Aequators fo annimmt, wie Bongver ibn angegeben, namlich bon 56753 Parifer Rlaftern: allein fle wird noch viel größer, wenn man ibn um d Rlaftern größer macht, ba ohnehin D'Ulloa; ber mit ben biefer Deft fung war, ibn auf 56768 Parifer Rlaftern fest. Man mufte burd Gefellichaften gentbeer und gefchicks ter Meftanflet woch mehrere Grabe ber Erbe, unb zwar nicht nabe bep etfander, fondern in weit ents fernten Gegenden, meffen lagen, wenn man bie wahre Ardmmung der Erde gang außer Zweifel segen màllic.

2. Da der Sachmeffer eines jeden Rreises einem Bogen von 57° 17' 44, 8" (36 Brief) oder von 57,2958 Staden gleich ift, fo macht er, wenn ein Bogen, von einem Grade a beißt, 57,2958 a aus. 3ft nun 56762 = e, und der Ginus der Breite eines Dutt = u, fo wird Aberhaupt ein jeder Grad der Erde = e + 965 u4 = e + qu4, wenn wir 965 = 9 fegen. Alfo ift, wenn p = 57,2958 ift, der au jedem Grade geborige halbmeffer = pe + pqu4. Ift nun P der Nordpol (Fig. 163), C ber Mittels pantt, CA der Salbmeffer bes Megnators der Erde; fo bilden alle Salbmeffer ber Rrummung, wie EM. Indem fie nabe an Canfammenlaufen, eine trumme Linie BEH, welche die Evolute des balben Meris Dians AMP ift. An jedem Orte M ift Der Salbe meffer der Krammung ME = pe + pqu4, und Lo das Differenzial Dieses Halbmefferd und der Linie

HE ist = 4pqu<sup>3</sup>du, MGD aber ist die Breite von M, also = u und MG:MD = 1:u. Zieht man nun EF, en mit CP, und Em mit CA pas rallel, so wird oE:em = MG:MD oder 4pqust du:em = 1:u, also em = 4pqu<sup>4</sup>du, und FE, dessen Disserenzial om ist, = 4pqu<sup>5</sup>.

Sept mote non  $x = 4pqu^3 du V(x = \mu^2)$ . Sept mote non  $x = u^2 = z^2$  so wind — udu, = zdz und = L, oder = L,  $= 4pqz(x = z^2)$  udu  $= -4pqx^2(x = z^2)$  dz  $= 4pqz^4dz$  —  $= 4pqz^2dz$ . Also iff = L =  $= 4pqz^4dz$  —  

Sest man min u = 1, so wird HF = HC und FE = CB, weil PC und AC rechtwinflicht auf einander find. Daber wird HG = & pg, und CB = 4 pq. Es ift aber ber balbmeffer ber Rrammung in P = BP = pe + pq und in A = HA = pe. Also wird die halbe Erdage PC = BP - BG = pe + pq -  $\frac{1}{2}$  pq = pe +pq und ber halbe Durchmeffer bes Mequators  $AC = HA + HC = pe + \frac{8}{15}pq$ man nun, auftatt p, e und q, die geborigen Bablen, so findet man pe = 3252224,1996 und pa = 55290,447, alfo CP = 3263282 Parifer Rlaftern und CA = 3281712 Rlafter. Der Unterfcied amifchen CA und CP beträgt 18430 Rlaftern, und ift Tin von CA. Der gange Quadrant AMP macht 5141150 Parifer Rlaftern aus. Ein Grad des Aequators halt auf diese Art 57270, und Fr Davon, ober eine geographische Meile, 3818 Rlafe tern; fo daß jeder Bunft bes Aequators um 44 geos

graphische Meilan weiter vam Mittelpunfte den Erde absteht, als der Pol.

3. Benn AFC (fig. 164) eine unendlich fomale Poramibe eber ein Regel ifte und man neunt bie unendlich lleine Grundflache. CF Diefes Rorpers ,a, faine lange aber AC, b, fo ift ber Durchschnite ben E. in der Entfernung AE = x, weil ich ibn ber Grundflache abulich und parallel annehme, und er fich alebann gu ihr, wie AB : AC werbatt, Stellt man fich alfo in E eine uns endlich banne Schicht bes Rorpers zwischen zwens en folden Durchschnitten vor, fo ift Diefe = axº dx , und ihre Biebfraft, wenn fie eine Maffe in A nach bem umgefehrten Berhaltniffe ber Duge brate ber Entfernungen anzieht, also die Ziehtraft des Stücks AEG = ax. Ift nun x = b fo wird die Ziehfraft der gangen Pos Löst man diefelbe nach irgend einer ramide = 3. gegebnen Richtung AD auf, ludem, man CD auf AD fenfrecht giebt, fo verhalt fich die Biebfraft nach ber Richtung AD ju ber gangen nach AC, wie AD: AC = cos. CAD: 1 und es wird also die Maffe in A von der Pyramide ACF, nad der Richtung AD, mit der Rraft a. cos. CAD

Es fen ABD (Fig. 165) ein halber Meridian, AD die Are und C' der Mittelpunkt der Erde, CB aber der Halbmeffer ihres Acquators. Man ziehe aus dem Pole A zwey gerade Linien AM, AR uns

endlich nabe au einander irgendwo auf ben Meridian, fo fann MR als fenfrecht auf AR angefebn werden, weil fie von der fentrechten Linie nur unendlich menig verschieden ift. . Stellt man fich nun vor, daß die She ABD fic um AD ju breben anfangt, fo, daß ein in der fentrechten Linit MQ = u, in der Ente fernung I von Q. befindlicher Punft in der Zeit dt Den nnendlich fleinen Bogen dp burchkuft, fo wird M in derfelben unendlich fleinen Beit d.t, Die Binie udp Durchlaufen, Die man als die eine Seite ber Grunde flace der unendlich fleinen Ppramide anfebn fann, melde auf diefe Urt durch MAR beforieben wird. Es ift also die Grundfläche dieser Poramide = MR. Run ift aber MR:rR = AQ: u und rR:Qq (ober rn) = AM:AQ. MR:Qa = AM : u... Ift nun der Roffans von  $RAD \equiv c$ , so wird  $AM \cdot c \equiv AQ \equiv w$ , also  $MR:dw = \frac{w}{c}: u$ , und daher  $MR = \frac{wdw}{cu}$ . Alfo ift bie Grundflace unfrer Ppramibe wapdw,

und die Kraft, mit welcher sie eine im Pole A bes sindliche Masse nach der Richtung AQ anzieht, =  $\frac{dp.w.dw}{AM}$  = dp.w.dc. weil dw = AM.dc

ift, oder fie ift auch =  $\frac{dpucdc}{V(r-c^2)}$ . Denn es ift w: u = c:  $V(r-c^2)$ .

Ist nun ABD eine halbe Ellipse, und CB ihre größte halbe Are = a, AC aber die kleinre = b, so wird  $u^2 = \frac{2a^2}{b} w - \frac{a^2}{b^2} w^2$  (51 Brief 2 Anm.), weil w = b + CQ ist. Run ift c =

 $\frac{w}{V(u^2+w^2)}$  und  $u^2c^2+w^2c^2=w^2$  und  $u^2 = \frac{w^2(1-c^2)}{c^2} = \frac{2a^2}{b}w - \frac{a^2}{h^2}w^2$ . Also with  $\frac{2a^2}{b} = \frac{b^2 - b^2 c^2 + a^2 c^2}{b^2 c^2}$  w, und w  $\frac{a^*bc^*}{b^2+e^2c^2}$  wenn man a? --- b' = e' fest. Alfa ift die Rraft dp. wdc = 2 dpa bc dc = sdpa<sup>8</sup>b.  $(\frac{c^2 dc}{b^2} - \frac{e^2c^4 dc}{b^4} + \text{etc.})$  DasIns tegral diefes Differenzials ift 2dpa"b. (2014eac3 + etc.) Es brudt die Ziehfraft der unende fic dunnen swifden swepen Mittagsebnen enthalts nen Schicht aus, welche badurch, daß fich ABD um AD burd ben Bintel dp brebt befchrieben Denn Diefe gange Schicht besteht aus fols den Ppramiden, wie MAR. Bill man Die Biebe fraft diefer gangen Schicht haben, fo muß man w = 0, ober c = 1 fegen. Go hat man 2 dpasb ( = e = + etc.). Ift nun p der gange Ums freis eines Rreifes vom Salbmeffer I, und fest man p anftatt dp, fo erhalt man die Schwere ber Daffe A im Pole Der abgeplatteten gangen Afterfugel, wels de ABD burch feine Ummaljung beschreibt,  $apa^{2}b\left(\frac{1}{3b^{2}}-\frac{e^{2}}{5b^{4}}+etc.\right)=\frac{2}{3}p(a^{2}-\frac{3}{5}a^{2}e^{2}$ + etc.), indem man b = 1 fest. Bare auch a = 1, also e = 0, so wurde jene

Große =  $\frac{2}{3}$  p; und so groß ist die Schwere überall auf einer Augel vom Halbmesser 1. Ist aber a = 1 + d und diehr klein, so kann man a = 1 + 2 d und e = 2 d annehmen. Dadurch wird unste Große =  $\frac{2}{3}$  p (1 -  $\frac{2}{3}$ d) (1 + 2 d) = (1 +  $\frac{1}{3}$ d)  $\frac{2}{3}$  p. Es verhält sich also die Schwere unter dem Pole einer platten Afterkugel zu der Schwere auf einer eingeschriebnen Augel vom Hubmesser 1, wie 1 +  $\frac{4}{3}$ d: 1.

Satte man eine langlichte Afterfuget, burch bes ren Pol A die grofee Are ginge; mare also AC = a, BO = b, AQ = z, QM = y, le batte man für die Ellipse die Gleichung  $y^* = \frac{2b^2}{a \cdot 3}z$  - $\frac{b^2}{a^2}z^2$ , AM ware =  $V(y^2+z^2)$ , der Koffnas MAQ,  $c_0 = \frac{z}{V(v^2 + z^2)^2}$   $y^2 = \frac{1 - c^2}{c^2} z^2$ wno  $\frac{2b^2}{a} = \frac{a^2 - a^2c^2 + b^2c^2}{a^2c^2} z$  uno z =2ab°c°. Die Reffraft dp. z. do murbe  $\frac{a d p \cdot a b^{2} c^{2} d c}{a^{2} - e^{2} c^{2}} = 2 d p a b^{2} \cdot \left(\frac{c^{2} d c}{a^{2}} + \frac{e^{2} c^{4} d c}{a^{4}}\right)$ +  $\frac{e^4 c^6 dc}{a^6}$  + etc.). Das Integral davon if 2 d p a b 2. ( c3 + e c c + etc.) und indem man c = 1, anfatt dp aber p fest, fo erhalt man Die Schwere der gangen gleichartigen langlichten Afe terfugel unter ihrem Pole =  $\frac{2}{3}$  p ( $\frac{b^2}{a}$  +  $\frac{3 e^3 b^2}{5a^5}$ + etc.)

Ware also wieder b=r, so wurde jene Schwes re  $=\frac{2}{3}$  p  $(\frac{1}{a}+\frac{3e^3}{5a^3}$  ctc.) also  $=\frac{4}{3}$  p sepn, wenn auch a=r, und daßer e=0 ware. Es berhält sichten Afterkugel zu der Schwere einer eingeschriebe nen Rugel vom Halbmeffer r, wie  $\frac{r}{a}+\frac{3e^3}{5a^3}$ : roder wie r +  $\frac{1}{3}$  d: r, wenn wieder r = r + r isf. Auf einer um die länglichte Afterkugel ums

Auf einer um die langlichte Afterkugel ums schriebnen Rugel vom Halbmeffer 1 + d wurde die Schwere 1 + d fenn, wenn sie auf der eins geschriebnen Rugel, vom Halbmesser 1, = 1 ift (37 Brief.)

Es fen nunmehr A (Big. 22) irgend ein Punft im Mequator ber Erde, CN fep ihre halbe Mre = 1 und CA = i + d, so wird ein Durche fonitt burch A und Die beiben Bole N und S. Dem Mittagsfreise einer langlichten Ellipsoide, bes ren Bre AB, der Durdmeffer des Mequators aber NS, mare, vollig abnlich. Schneidet man aber Die Erbe durch A mit einer andern Ebne, fents recht auf die vorige, so fallt ber Durchschnitt in Die Ebne des Aequators, und ift ein Rreis vom Durchmeffer AB. Baren alle durch A gemachte Durchschnitte fo groß, als diefer, so wurde die Sowere in A = 1 + d; waren alle so groß, als jener, so murbe bie Schwere in A um 4 d fleiner, und = 1 + 1 d fenn. Sie muß also jest wirtlich nach einer Mitteljahl nur um 3 d fleis ner, alfo = 1 + 3 d fenn, und fo groß findet man fie auch burch eine genauere Rechnung \*).

<sup>\*)</sup> Ran seher unter andern Clairaut theorie de la figure de la terre p. 180.

### 190 Bier und funftigster Brief.

Also verhalt sich auf der Erbe die absolute Schwere unter dem Pole ju der unter dem Ass quator, wie  $\mathbf{1} + \frac{1}{3} d : \mathbf{1} + \frac{3}{3} d : \mathbf{5}$  Sest man daher  $\mathbf{d} = \frac{\mathbf{1}}{177}$ , so wird jenes Berhältnis =  $\mathbf{1} + \frac{1}{885} : \mathbf{1} + \frac{1}{885} = 889 : 888$ .

### Bier und funfzigfter Brief.

Wenn ein fester Rorper, pber überhaupt ein Spe ftem fefter Punfte, fich, fo wie Die Erde, um eine gemiffe Are brebt, fo muß jeder diefer außer bet Are liegenden Puntte fich immerfort in bem Ums fange eines Rreises befinden, Durch deffen Mittels puntt jene Are fentrecht burchgeht. Denn wenn AB (Sig. 89) die Are und C ein fester Bunkt außer ihr ift, fo befdreibt die auf AB feufrechte Linie CD, mabrend ber Drebung des feften Rorepers, offenbar eine auf AB fenfrechte Ebne, weil Der Winkel CDE ein rechter ift; und da auch die Entfernung DC, fo wie jebe Entfernung swiften amenen Puntten eines feften Rorpers, immer uns veranderlich bleibt, fo lauft der Puntt C in eis nem Rreife, Deffen Mittelpunkt in D faut, lange der Rorper feine Are nicht andert. er fie aber immerfort, fo fangt der Punft C wenigstens in jedem Augenblide an, in bem Ums fange eines gemiffen auf die jedesmalige Ure feuts rechten Rreifes fortzulaufen. Er befdreibt alsbaun wirflich feinen Rreis, fondern eine gang andre Lie nie, aber nur defbalb, weil der Rorper Die Are, um welche er fich drebt, in eines fort andert,

weil er sich in jedem Angenblicke um eine andre Are zu drehen anfängt. Bleibt aber die Are uns veränderlich, oder ist sie immer sich selbst pas rallel und geht sie immer durch dieselben Theils chen des Körpers, so beschreibt auch ein jeder Punkt desselben einen Kreis, wenn sonst der Körper, außer der Drehung, keine andre Bewegung hat.

Ein jeder fester Körper, welcher sich bloß drebt, und nicht jugleich fortgeht, hat wenigstens einen unbewegten Punkt. Dat er aber einen solchen, so kann dieser nie allein senn, weil sonst wenn alle Punkte, außer einem einzigen, sich bewegten, die Entsernung dieses Punkts von den übrigen sich verändern wurde, welches nicht geschehen kann, da der Abrer sest ist. Sind aber zwen unbewegte Punkte vorhanden, so ist die durch diese Punkte gehende gerade Linie die Are, um welche sich der Körper dreht oder zu drehen aufängt. Denn bewegte sich ein einziger Punkt in dieser Linie, so müßte er seine Entsernung von dem einen oder dem ans dern sesten Punkte verändern, welches nicht angeht.

Ein fester Korper tann nur eine fortgehende, oder eine drebende, oder eine aus beiden jusams mengesetzte Bewogung haben. Denn entweder has ben alle seine Punkte gleiche Seschwindigkeiten in ebendemselben Zeitpunkte, oder nicht. Im ersten Falle muffen sie alle auch gleiche oder parallele Richs tungen haben. Jede gerade Linie nämlich, die man sich in dem sesten Korper gedenkt, geht, wie vorauss geseht wird, mit einer in allen ihren Punkten gleis chen Seschwindigkeit fort. Wären also die Richs tungen dieser Punkte verschieden, so mußte die Linie, indem sie sortgeht, länger oder kurzer werden. Da nun dieses unmöglich ist, so sehen Sie augenscheins lich, daß der Körper keine andre, als eine fortgehende

Bewegung baben fann, fobald alle feine Sbeilden fich gleich geschwinde bewegen. Sind aber Die Bes fdmindigfeiten diefer Theilden verfdieden, entweder eines davon in Rube, ober nicht. Jungre ften Kalle, da namlich der Korper einen unbewegten Punft bat, brebt er fich, wie ich Ihnen vorbin ges jeigt babe, um eine burch biefen Punit gebende Ure, ober er fangt wenigftens an, fic um fie an breben. Im zwenten Ralle, mablen Gie einen feiner Punfte, welcher unter allen übrigen bie fleinfte Ges fowindigfeit bat, geben Gie Diefelbe Gefdwindigfeit, aber nach ber entgegengefesten Richtung, einer Ebne, und ftellen Gie fich ben Korper auf Diefer Ebne bor, fo wird jener Puntt ohne alle Bewegung fenn, weil er von der Cone mit fortgeriffen wird, und fic alfe. jugleich nach zwen entgegengefetten Richtungen mit aleiden Gefdwindiafeiten bewegt. Also bat ber fefte Rorper auf der Cone einen unbewegten Bunft, und er brebt fich glfo auf ihr um eine Are. nun die Bewegung, welche ibm von der Ebne mitges theilt wird, eine fortgebende ift, fo ift überhaupt die gange Bewegung des Korpers aus einer fortgebens den und drebenden Bewegung jufammengefest.

Man theilt alle Bewegungen ganzer Körper in au ferliche und innerliche. Durch jene wers den die Entfernungen der Theilchen des bewegten Körspers nicht im geringsten verändert, und sie sind daher die einzigen, deren selbst vollkommen seste Körper sähig sind. Sie sehen hieraus sogleich, daß jede äußerliche Bewegung entweder eine fortgehende, oder eine drehende oder aus diesen beiden Bewegungen zusammengesett sepn musse. Eine solche Bewegung hat die Erde nebst den übrigen Planeten. So dreht sich auch eine Angel, die man auf der Erde sortstößt, indem sie zugleich fortgeht. Innerliche Bewegungen

find bagegen bie, welche ohne eine Beranberung in Den Entfernungen ber Theilchen bes bewegten Rors pers gar nicht Statt finden fonnen. Go bat Baffer, welches man in einem Glafe fcuttelt ober umrührt, eine innerliche Bewegung, und überhaupt ift Diefe Urt ber Bewegung ben fluffigen Materien wegen Des schwachen Zusammenhangs ihrer Theile so eigen, Dag man fie in ihnen auch mit ber außerlichen Bes wegung allezeit bereinigt findet. Aber auch andre Rorper, Die nicht fluffig find, tonnen innerliche Bes wegungen haben, wenn fie aus abgesonderten nicht feft mit einander verbundnen Theilen bestehn, wie 4. B. Staubwolfen, Dafdinen, Die Rorper Der Thiere und Pflangen u. f. w. Gelbft einzelne gang fefte Rorper tonnen erschuttert, und alfo, miemobl faft nur unmertlich, innerlich bewegt merben, weil fie nie volltommen fest find.

Da die Theilchen eines Korpers, welcher sich um eine gewisse AB (Fig. 89) dreht, sich mit sehr verschiedner Geschwindigkeit bewegen, so stellt man sich eines, wie C, vor, dessen Entseruung von der Axe DC man als die Einheit ansieht. Die Ges schwindigkeit dieses Theilchens k heißt die Winkels geschwindigkeit des ganzen Körpers, und aus ihr läßt sich die Geschwindigkeit a eines jeden andern Punkte H leicht sinden. Denn C und H massen ihre Kreise in gleicher Zeit durchlausen, und diese verhalten sich, wie ihre Halbmesser CD = 1 und EH = r. In ebendemselben Verhältnisse sind auch die Geschwindigkeiten beider Punkte in jedem Augens

blide \*). Daher wird k: c = i:r und  $k = \frac{c}{r}$  \*\*).

<sup>\*)</sup> Man febe ben neun und amangigften Brief.

and Man fohe ben achtechnicen Brief & Mup. Dube Raturl, 4. 25. a. Abib.

Dieht fich der Körper gleichförmig, und gest Gie der Zeit t durch den Bogen s, so ift kt = s ader k = \frac{s}{t}. Der Punkt H aber durchläuft in detselben Zeit t den Bogen xs, und c ist = \frac{rs}{t}. Dreht sich aber der Körper ungleichförmig, so ist wenigstens für jeden uneudlich kleinen Zeitpunkt: ds = kd.

Benn ein fefter Rorper offne Schwere fich im eine unveranderliche Are breft, fo feben Gie lacht, daß er immer fortfahren muffe, Rich um bitfabe Ape gleichformig ju breben, fo lange feine außerliche Urfache feine Drebung flott. Denn jeder bewehte Dunft eines folden Rorpers'ift mit einem gewiffen Bunte Der Are vollig auf eben Diefolbe Art berbundeng" all wenn ein immaterieller gefpannter Raben gwifthen beiden mare, an welchem jener Punit um Diefen, ale um feinen Mittelpunkt, in einem Rreife berumiteft. Er lauft alfo immer gleichformig fort, und erhalt jugleich Durch biefe Bewegung eine gewiffe Schwungfrateth Jedes Theilchen gieht mit biefer Rnaft, welche bie Drebung ibm giebt, die Are, melderfich, da fei pift und ohne alle Schwungfraft bift, blog: fleibend verhalt. Gefest die Daffe bes Theilchens C. fen m (Sig. 89), die Geschwindigfeit feinen Drefweg um die Are AB = c, 'fo bat' feine Schwunde fraft die Richtung DC, und verhalt, fich, wie

da c sich allenthalben, wie DC verhalt. Sind baber D und I (Fig. 90) irgend zwen Theilchen eines Korpers, der sich um die Are AB dreht

<sup>\*)</sup> Man fege ben feche und brenfigften Betef.

und DC, IH sentrecht auf die Are, so verhals ten fic die Schwungtrafte Diefer Theilchen, D. DC: I. IH, wenn D und I die Maffen Der Theilden bedeuten; eben fo, wie fich Die fortgebeaben Bewegungen der Maffen D und I verbalten. 3ft nun G ibr gemeinfchaftlicher Somers punft, und redugirt man jene Bewegungen auf Die mit ber fenfrechten Linie FG parallelen Richs tungen CE und HL, fo wird D. CE + I. HL = (D + I) FG \*). Die Rrafte nach DE und LI haben auf die Ure feinen Ginfluß, weil fie mit ihr parallel find. Daber giebn bie Daffen D and I die Are AB beide gufammen nach einer gemeinschaftlichen Richtung FG, nach welcher fie -ibr Schwerpunft G gieben murde, und gwar eben fo fart, als wenn beibe in bem Schwerpunfte G wereinigt maren, und der Rorper fich mit berfels ben Binfelgeschwindigfeit, wie borber, breben wûrde.

Ebendasselbe gilt nicht bloß für zwen, drep oder pier, sondern auch für unzählig viele Theils chen. Wenn sich daher irgend ein Körper ohne Schwere um eine zewisse Neede, welche nicht durch den gemeinschaftlichen Mittelpuntt der Masse geht, so wird jene nach diesem Punkte beständig eben so gezogen, als wenn die ganze Masse des Körpers in demselben vereinigt ware. Man muß also die Ure mit einer hinsanzlichen Sewalt hals ten, wenn sie nicht weichen soll, da sie nach und nach, so wie der Schwerpunkt um sie läuft, nach allen Seiten hin gezogen wird; und da, indem der Schwerpunkt sie, wodurch sie zus entgegengesesten Seite nichts ist, wodurch sie zus

<sup>&</sup>quot;) Man febe ben gwey und brepfiggen Brief, Anmert "

råckgezogen werden konnte. Soll elfo eine Are eine fre pe Are fenn, bas heißt: foll fie, bios burch die Schwungkrafte des Körpers, fich gang unverändert immer in einerles Lage erhalten, ohne daß man fie von außen kunt oder halt, so muß fie durch den Mittelpunkt der Masse des sich dres henden Körpers gehn.

Aber nicht jede Are, welche durch biefen Bunft geht, ift befhat eine frepe Ure. Geben Gie E (Rig. 80) fen ber Mittelpunft ber Raffe eines fic brebenden Rorpers, und die Mre AB gebe Durchichneiben Gie ben gangen Rors Durch ibn. per burch E mit ber Cone GH, fenfrecht auf AB, und es fen C ber Mittelounke ber Daffe ber obern Salfte bes Rorpers über GH, I aber ber Mittelpunft ber untern Balfte; fo liegen bie Dunfte C. E. I allegeit in einer geraden linie, weil E der Mittelpuntt der Maffe bes gangen Rorpers ift, C aber und I die Mittelpunfte feje ner Salften find. Rallt alfo C an die eine Seite ber Are AB, fo muß I an ihrer andern Seite liegen. Die Ure wird baber in diefem galle burch Die Schwungfrafte ber einen Salfte nach der einen. und burch die Schwungfrafte ber andern nach der andern Seite gezogen. Gie wird alfo zwar ben Punft E nicht verlaffen, fie wird fic aber gegen CI um E breben, und zwar fo lange bis fie zulest Durch die Punfte geht, welche, wie C und I, in ber Lage, in welcher fie fich alebann befindet, Die Schwere muntte bes Rorpers ber beiben Salften find. Cobald Diefes gefchieht, wird fie fren, und erhalt fich von felbft in ihrer lage, weil fie weiter burd die Sommus frafte bes Rorpers weber bierber, noch bortbin, ges jogen werben fant.

Ift aber CI eine frene Are, fo muß jede durch Re gefeste Cone ben Rorper in imen Balften theilen, Deren Schwerpunfte in die burch LK auf CI fente recte Cone fallen, weil, wenn fie außer diefe Cone fielen, Die Are CI unmbglich frep fenn fannte, fonbern fich um E gegen LK breben mußte. Ste affa in Der Ebne LK irgend eine gerade Linie Durch E, fo wird biefe, wenn ber Rorper fich um fle ju breben anfångt, und fie nicht bie geborige lage hat, eben fo, wie vorher CI, fic um E berauf oder Berunter breben, bis fie burch bie Schwerpuntte ber . beiben Salften bes Abrpers geht, melde eine auf fle fenfrechte burd CI gefeste Cone absondert. Cobald fie aber diefe Lage bat, ift fe ebenfalls eine freve Are.

Chen fo begreifen Gie, baf eine butd die beis ben frepen Aren CI und KL gefeste Eine den Rore per in zwen Salften theilt, beren Schwerpunfte in einer durch biefe Ebne im Punfte E fenfrecht burch gebenden geraden Linie liegen; und bag alfo biefe Linie ebenfalls eine freve Are fev. Rolglich bat ein jeber möglicher Rorper wenigftens brep frepe Uren,

welche fentrecht auf einander ftebn.

# Sunf und funfzigfter Brief.

Eine gleichartige Rugel bat so viele frepe Aren, als Durchmeffer, und es ift gang gleichgaltig, um wels den ber lettern fie fic brebt; allein mit einer Afters Lugel bat es nicht Diefelbe Bewandnif. Stellen Sie fic überbaupt eine frumme linie ADB (gig. 91)

vor, die aber fein balber Rreis ift, fo wird ber Rors ver, ben fie burch ibre Ummaljung um AB beforeibt, wenn er gleichartig ift, pon einer jeden durch AB gebenden Chne in zwep abnliche und gleiche Salften getheilt werben, und bie Schwerpunfte biefer beiben Salften, wie F und G, werben in einer burch ben Mittelpunkt ber Daffe bes gangen Korpers C auf AB fenfrechten Linie ED liegen, weil beide gegen C immer vollig einerlen Lage haben. Daber ift nicht nur AB eine frepe Ure Diefes Rorpers, fondern auch jeder Durchmeffer feines Mequators AD verdient bies - fen Ramen, weil jeder durch den allgemeinen Schwers punft C, und burd bie Schwerpunfte ber beiben Salften geht, Die von einer auf ibn fentrecht und burd AB gefesten Cone abgefondert merden. Dagegen fann fein Durchmeffer Des Rorpers in ber awischen A und D. oder awischen D und B fallt. oine frepe Are vorftellen.

Auf eine abuliche Urt verhalt fic bie Erbe als eine Afterfugel. Sie brebt fich um eine frepe Are, obne burch irgend eine außerliche Urfache gehalten ju werden, immer unveranderlich, und bep ber fortgebenden Bewegung ber Erbe um Die Sonne fich beståndig parallel bleibt. Zwar hat die Wirfung der Sonne und ber Planeten auch einigen Ginfluß auf fie, allein biefer ift bennoch nur febr geringe; und wenn fie fich gleich nicht immer gang volltommen parals lel bleibt, fo gebt fie wenigftens bennoch beftanbig burch Dieselben Theile der Erdfugel. Babriceinlich ift die Geffalt diefer Rugel auch von der Art, daß fie burch bas Umbreben einer Signr um eine gewiffe Ure ere jeugt werden fann, fo baf alle Meridiane einander abnlich find, wenn gleich die beiden Salbfugeln Diefe feits und jenfeite ber Linie fich unabnlich fenn follten. Jeber Durchmeffer Des Mequators fonnte mabricheinlich

auch eine frepe Are fenn allein bagegen fann fein andrer Durchmeffer mifchen dem Mequator und den Polen auf Diefen Ramen einen Anspruch machen. Da fich unn die Erde, ale fie noch fluffig oder weich war, biog burd bie Schwungfrafte unter bem Mes amator erhoben bat, fo fiebt man augenfcheinlich, Bak diefelbe Ape, um welche fie fich noch jest gleiche farmig brebt, vom erften Unfange ihrer Erhartung. unberandert die Ure ihrer Drehung geblieben ift, und daß Diefelbe nie, weder nach ber einen noch nach der andern Seite, von den jesigen Bolen der-Erde abweichen fann, weil fie aufboren murde fren. au fenn, fo bald diefes gefcheben follte. Bolgerungen laffen fich auch auf die übrigen bimmlis fcen Rorper anwendet, Die fich um gewiffe Aren Dreben.

Unfehlbar Saben Diefe Körper ihre doppelte Beswegung burch einen Stof erbalten. Zwar wird Durch einen Stoff, beffen Richtung durch den Mits telpunkt ber Maffe bes geftognen Rorpers geht, (und einen folden nennt man einen gentralen Stoß) in diefem Rorper, wenn er fich anders gang fren bes wegen fann, allemal nur eine fortgebende Bewegung erzeugt; wird aber ein fester Rorper etgen trifc geftogen, geht die Richtung des Stofes feinen Schwers puntt verben, fo erbalt er nicht bloß eine fortgebende, fondern jugleich auch eine brebende Bewegung. Stele Ien Sie fich eine gleichartige fefte Rugel obne alle Schwere bor, die fich nach allen Seiten bin gang fren bewegen fann, und auf irgend eine Art durch einen efgentrifden Stof nach ber Richtung QP (Rig. 145), eine gewiffe Bewegung erhalt. Geben Gie Durch diefe Richtungelinie und burch den Mittels punft der Rugel C eine Chne, giebn Sie ben Durchs meffer ECPB in ibr fentrecht auf QP, und ftellen

Sie fic durch C eine gerade Linte, at's Die Dres Bungsare, fentrecht auf jene Ebne vor. Da von ber einen Seite ber Linie QP Die Maffe, der fich Die Bewegung mittheilt, größer ift, als von ber anberm, fe febn Sie leicht, baß fie fich nicht burchaus gleichs formig vertheilen fann, und bag baber die Theilchen der Augel auf verfchiedne Art in einander wirken Inbeffen tann burch biefe Birfungen Die måffen. Bewegung bes gemeinschaftlichen Mittelbunfts ber Raffe C nicht verandert werden, fondern Diefer Punft muß fo foregeon, als wenn die gange Daffe ber Augel in ihm vereinigt ware, ober als wenn er Ribft in der Linie OP lage. 3ft baber Mitrgend eine Maffe, Ceine gentiffe Gefchwindigfeit, m Die Maffe ber Augel, und M C die Bewegung, welche in die Auget übergegangen ift, c aber Die Sefdwins Digfeit des Punfts Cr so muß mc = MC und c

= MC fepn. Mit diefer Sefdwindigfeit geht ber

Punkt C nach einer der QP parallelen Richtung fort, wenn die Angel, wie ich voraussese, vor dem Stoße, phre alle Bewegung war.

Aber jugleich wirkt der kosende Abrper in die feste Augel, als in einen Hebel, welches Sie am deutlichsten einsehn, wenn Sie sich die Augel auf einer Sone vorstellen, die mit der Geschwindigkeit c von P nach Q geht. Denn auf dieser Sone ruht der Mittelpunkt der Augel, weil er zwen gleiche und entgegengesetzte Bewegungen hat, und es muß sich daher die ganze Linie CB um C, folglich auch die ganze Augel um die auf BAEDB durch C senkrecht gehende Are zu drehen anfangen. Diese Drehung kann die fortgehende Bewegung, welche der Augel mitgetheilt wird, weder vermindern, noch vermehren,

Da die Bewegungen der Theilchen, in fo fern fie fich bres ben, nach allen möglichen Richtungen gebn, und ihre Summe = o ift, wenn man fie auf einerlen Riche tung redugirt. Indeffen entfteben bennoch aus bies fen Bewegungen gemiffe Rrafte, ben beren Momeny ten es nicht auf ihre Richtung, sondern nur auf ihre Sebfe anfommt. Jede drebende Bewegung eines Theile dens dx, in der Entfernung x von der Drebungsare, ift z kxdx, wenn k die Binfelgeschwindigfeit ber Chen fe verhalten fich auch allente Rnael bedeutet. balben die Rrafte; ihre Momente aber, wie kx'dx. Dat man alfo die Summe aller Produfte x 2 dx ber ' gangen Rugel, und ift diefe = P, fo wird Pk die Summe aller Momente ber Theilchen. muß bem Momente M C.a ber Bewegung M Cgleich fenn, wenn CP = a angenommen wird. M.C.a = Pk und  $k = \frac{M.C.a}{P}$ .

Es wird also  $\frac{c}{k} = \frac{P}{a\,m}$ , und man kann, wenn man das Berhältniß von k:c weiß, leicht a bestims men. Bey einer gleichartigen Rugel ist, wie ich bereits an einem andern Orte gezeigt habe \*),  $P = \frac{2}{5}\,m$ , oder wenn die Masse der Augel m heißt, und  $CB = i\,$  ist, so würde, bey der Orehung der Rugel mit der Wintelgeschwindigkeit k, eine Wasse von  $\frac{2}{5}\,m$ , in B angebracht, ein Moment haben, welches der Summe der Momente aller Theils

chen der Angel gleich mare. Daber wird  $\frac{c}{k} = \frac{2}{5a}$ . Da nun ben unfrer Erde 3. B. die Geschwindigseit der fortgehenden Bewegung des Mittelpunfts unges fähr 65 Waf größer ift, als die Winfelgeschwindigs

Wan febe ben vier und vierzigften Brief. Anmert.

keit der Drehung,  $\mathbf{r}$  so folgt, daß hier  $\mathbf{a} = \frac{\mathbf{r}}{5.65}$  oder bennaße  $= \frac{\mathbf{r}}{102}$  sep; daß also die Richtung des etzenerischen Stoßes, durch welchen die Erde ihre jezige Lewegungen erhalten hat, in einer Entifernung von  $\frac{\mathbf{r}}{102}$  des halbmessers ben ihrem Mittels punkte vorbengegangen sepn mins.

Ueberhaupt bangt bas Berbaltnif ber beiben Bes fomindigfeiten c und k nicht im geringfien von ber Starte bes Stofes, fombern blog von ber Entfere nung ab, in welcher feine Richtung ber dem Bittele puntte der Rugel vorbengeht. Auch ift die brebende Bewegung bon ber fortgebenden, fo wie bicfe bon jener, gang unabhangig. Eine tann, ofine die ans bre, veranbert, ja fogar vernichtet werben: Planeten haben mahricheinlich, wie die Erde, beibe. Arten ber Bewegung. Wenn man ermagt, beide Bewegungen in ihnen allen nach ber Debnung ber Zeichen, ober von Boften nach Offen, gebu; baß Die Sonne fic auch nach berfelben Richtung brebt; Dag die Babnen der Planeten faft in die Ebne bes Acquators ber Conne, wenigstens alle in den Thiers freis, einen fehr schmalen Streifen bes himmels, fallen; und daß die vereinigten Maffen aller Planes ten nur ein fehr fleiner Theil ber ungeheuern Sons, nenmaffe find; fo findet man den Gedanten bes Bufe fon febr mabriceinlich, daß alle Planeten ehedem Theile der Sonne maren, und durch einen und ebens benfelben Stof von Beften nach Often insgesammt von ihr abgeriffen und in Bewegung gefest worden Diefer Sebante icheint zwar wegen feiner Große und Rubnbeit bennahe romanenhaft ju fenn; er ift es aber bem Raturforfder nicht, welcher weiß, bağ bie Ratur immer nach gleichen Gefeten banbelt,

Im Rleinen, fo wie im Großen, bon dem Staube an, bis zu ben Welten.

Frenlich ift ber Rorper, melder burch ben efgens trifden Stoff, den er der Sonne gab, einen Thellibrer. im Beuer fluffigen Maffe jerftreute, und fie felbe fich. um eine Are ju dreben nothigte, unfehlbar fein Ras met gemefen, wie Buffon glaubt. Die Ergbanten; aber batten ju ihrer Abfonderung bon den Saupts planeten feines befonders Stofies abthig, fondern: Die blogen Schwungfrafte fcheinen baju binreichend. gemefen ju fenn, welche eine nothwendige Rolge der. Drebung ber von der Bonus abgerifinen filffigen, Sauptmaffen maren. Juhom namlich eine folche Maffe fich ju breben anfinggerundenach und nach in: eine abgeplattete Angel jufammenbalite, tonnten eis wige ihrer Theile von der Drehungsape fo weit ente fernt fenn, daß fie durch die genfe Schnelligfeit ihrer Drebung Schwungfrafte erhielten, welche ftart ges nug maren, fie von bem übrigen Rorper, mit bem fe damals ohnehin, wegen feiner Gluffigleit, nur fomad jufammenhingen, loszureiffen und fortjus. Unfehlbar haben beffalb Jupiter und Saturn, die ben ungleich größern Daffen fic ungleich. foneller breben, als die Erde, mehrere Trabanten, Bare jeder Trabant auf ein Ral, als. als diese. ein fefter Rorper, losgeriffen und fortgefchleudert. worden, fo murbe er unfehlbar, ben jedem Umlaufe. in feiner Ellipfe,' wieder ju ber Dberflache feines Sauptplaneten haben jurudfehren und an ihr forte Allein unfehlbar find die noch fiafs ftreichen muffen. figen Theile eines jeden Trabanten nach und nach an verschiednen Zeiten abgefondert worden und haben fic nachber, nachdem fie icon weit von ihrem Saupts planeten entfernt maren, angezogen und vereinigt. wodurd auch ihre Richtungen nothwendig febr aes

ändert werden mußten. So bildete die nach und nach abgesonderte Materie entweder Ringe um ihren Hauptplaneten, welche, so wie ben dem Saturn, allenthalben in gleicher Weite von ihm abstanden, oder sie ballte sich allmählich in eine Angel zusammen, die aber auch ben ihrem Laufe fast immer in gleicher Eutfernung von ihrem Lauptplaneten blieb.

Benn ein Rorper, ber zugleich fortgeht und fic brebt, auf ein unbewegliches hinderniß fiogt, fo verliert er die erftre Bewegung, aber beftalb nicht auch jugleich die zwehte. Gine abgeschoffne Ranve neufugel, welche auf Die Erbe fcblagt, fann nicht weites fortgebn, aber bennoch brebt fie fich auf bes Erbe noch immerfort um eine gewiffe Are. Diefe Drebung, welche Die Rugel burch Die Reibung im Laufe der Ranone erhalt, ift fo außerft fonell, bas man fle gewohnlich gar nicht mabruehmen fann. Aber bennoch ift es febr gefährlich, fich einer folden Rugel ju fapern. Deun wenn burch bie Birfung Des Erbreiche, auf bem fie liegt, ober burch eine andre Urfache, Die Drebungsage berfelben borigons tal wird, und ihre bervorragende Theilden, ba fie nicht glatt ift, alsbann auf fleinichte ober barte Theils den des Erdreichs ftofen, fo wird ihr blof von einer Seite ein Theil ihrer Bewegung entjogen, und es ift eben fo viel, als wenn fe bafelbit einen efjentriften Stof erhalten batte. Daber erhebt fie fich oft, und macht Sprunge, Die noch immer fonet genug find, um einem nabe febenben Menfchen ges fåbrlich werben gu tonnen.

Auch eine Billiardfugel, welche gestoffen wird, verliert oft durch den Stoff ihre gange fortgehende Bewegung; aber bennoch bleibt ihr die Drehung übrig, welche das Tuch durch feine Reibung in ihr erzeugt, so oft sie auf ihm fortgeht. Da nun,

indem fle fich, nach dem Berluste ihrer fortgebenden Bewegung, ju dreben fortfahrt, ihre hervorragende Theilchen auf die Theilchen des Luches stoßen, so wird ihr durch diesen etzentrischen Stoß von einer Seite Bewegung entzogen, oder, welches einerlep ift, eine entgegengesehte Bewegung bepgebracht. Daher rollt ste noch etwas, wiewohl nut langsam, pormarts, ehe sie gang in Rube sommt.

#### Anmerfung.

1. Der Mittelpunkt der Erde durchläuft, in einer 365 bis 366 Mal längern Zeit, einen 23700 Mal größern Umfreis, als ein Punkt unter der Linie durch die tägliche Drehung der Erde. Daher ist seine Geschwindigkeit ungefähr 2373, oder 65 Mal größer als die Winkelgeschwindigkeit der Drehung, wenn man den Dalbmesser der Erde zur Einheit annimmt.

## Seds und funfzigfter Brief.

Die Körper auf unfrer Erde, welche sich dreben, haben gewöhnlich, wie die Aader, die Rollen, und andre ahnliche Werkjenge, gewiffe Zapfen, Bolgen aber Aren, um welche sie sich dreben, und alsbann wird ihre Bewegung durch die Reibung allemal sehn werandert und geschwächt. Urberdieses bedienen wir uns ofe, um Körpern Bewegung mitguspeilen, bes sonders aber um ser un berden, der Geile sund Strifte,

welche theils durch ihr Sewicht, Heils durch ihre Unblegsamteit und Steifigfeit, oft einen anschnlichen Theil der angewendeten Rraft vernichten. Wir muss fen daher diese hinderniffe der Bewegung umfändlich und genau kennen lernen, wenn wir und in den Stand sehen wollen, die allgemeinen Sesen det Bewegung auch auf die Rorper gehörig anzuwenden, welche uns umgeben.

Das Gewicht ber Ceile fommt vorzüglich alsbann in Betrachtung, welle fie etwas bick und lang find. Sie find als Bahen angufehn, beren Daffen was Gewichte fich wie die Produfte aus ihm fangen und Grunbflachen verhalten. Daber frammen fich bots juglich die Laue der Schiffe, wegen ficht großen Lange und Dicke, burd ihr eignes Semicht, wenn fle wagrecht ober fchief ausgedehnt und gefvannt wers ben; und biefe Rrummung verandert felbft bie Richs tung, nach welcher Menfchen ober Pferde in ein fols des Tau wirten, wenn fie an demfelben ein Soiff Benng. B. an bem Rorper AB (Rig. 69) Das Zan CE befeftigt ift, fo wird, wegen der Rrums mung beffelben, AB nach der Richtung CD, und ber Punft E nach ber Richtung FE gezogen. Durch Diefe Berfchiedenheit aber in Der Richtung geht alles mal ein Cheil der Rraft verloren, weil er zur Erbes bung des ichweren Taues, und nicht jur Bewegung, Der gaft angewendet wird. Chen fo muß man, wenn ein langes und bides Seil von einer Rofte ober Bafte berabbangt, und man diefe brebt, um eine laft aus Der Liefe beraufzubringen, auf Das Sewicht Des Seils Rudfict nehmen, welches oft febr anfehnlich ift. Es gefdiebt bloß, um ben Berluft ber jur Erhebung eines folchen Seils ober einer Rette nothigen Rraft ju verringern, bag man an den Schopfbrunnen ges wohnlich von ber einen Seite einen Eimer beruntet

gebn laft, indem der andre von der Beite in bie Sobe gewunden wird.

Aben die meifte Aufmarksamfeit verdient die Une biegsamfeit ber Geile. Diese ift ben Dicten Seilen fo groß, bag man durch ein etliche Dal um einen Mfabl gewundnes Tau ein Schiff gegen ben flarffen Strom aufbalten fann. Sie bangt bauptfaclic , von der Dicke der Geile, jum Theil auch von ihrer Drefung und andern Umftanden ab; und mache bap Seilen, die einander übrigens bollig abnitch find, in einem etwas größern Berbaltniffe als ibre Dick. Diefe Unblegfamfeit, welche jedes Seil fcon an fic bat, wied burd bie Spannung beffelben noch vers mehrt. Daber muß man ben einem Geile, wenn es Durch eine gemiffe Rraft gespannt ift, ober ein gemis fes Bewicht tragt, zwen besondere Theile feiner Ups biegfamfeit unterfdeiben ; einen unverauberlichen Theil, ber ibm bon Ratur eigen ift, und einen burch Die Spannung erzeugten, Der fich allemal wie Die gange Rruft verhalt, mit welcher bas Geil gefpannt mirb.

Die Unbiegsamkeit der Seile kommt vorzüglich alsdann in Betrachtung, wenn sie über Rollen oder Walzen zezogen werden, weil sich hier ihre Theile nach und nach krämmen mussen, indem sich die Last bewegt, und die Seile ofe mit einer sehr beträchtlischen Kraft der Krümmung widerstehn. Ueberhaupt wächt dieser Widerstand bep gleich dicken und gleich start gespannten Seilen um desto mehre, je kleiner der Durchmesser, und je größer daher die Krümmung der Rollen ist. Indessen läst sich hierbep kein gewissses Berhältnis bestimmen. Sind die Seile dunn, und die Rollen nicht sehr klein, so wächst der Widerstand

in einem kleinern Berhaltnisse, als in welchem bie Durchmesser ber Rollen abnehmen. In einem größerm Berhaltnisse aber nimmt er ben die Stricken und kleinen Rollen ju. Ueberdieset werden die Fäden dieser Stricke durch kleine Rollen auf so verschiedme Art gekrümmt und gespannt, daß die Stricke, beweiner etwas lange fortgesetzen Bewegung über den Rollen, durch das Reiben der Fäden auf einanz der, sich erhisen, und viel eher zerreisen als über großen Rollen. Da nun die und lange Stricke diel kosten, so ist auch wegen ihrer Erhaltung sehr viel daran gelegen, daß man den Rollen ober Walzen, über welche man sie zieht, recht ausehnliche Durchmesser giebt.

Amontons war der erfte, welcher die Unbiegfams feit ber Seile durch die Erfahrung unterfucte. Er nahm zwen vollig abuliche, gleich lange und gleich bide Seile A und B (Rig. 70) befeftigte fie oben an einen Balten in ber Entfernung von 5 bis 6 Bollen von einander, folang fie ein Dal, beide nach einerlen Seite, um eine bolgerne Balge CD. um beren Mitte, nach ber entgegengefesten Richs tung, ein bunner Raben gewunden mar, an befe fen Ende, Die Bagichale E bing. Unten trugen Die Seile A und B ein horizontales mit bem fpans nenden Semichte beschwertes Brett FG. tons legte in die Bagfcale nach und nach immer mehrere fleinere Gewichte, fo lange bis die Balje berabzufinken anfing. Go ertannte er bie Große Des Biberfandes, ber von ber Unbiegfamfeit ber Seife bernührte, aus der Größe bes Gewichts, welches in ber Bagichale fenn mußte, wenn bie Balge anfangen follte fich ju bewegen. Diefe fic an nichts reibt, fo wird ihre Bewegung nach unten bloß burch Die Steifigfeit ber Beile'

werhindert. Ware biese nur sehr geringe, so warde Die Walse durch ihr eignes Sewicht herabsinken. Da dieses aber ben dergleichen Wersuchen gewöhm Lich nicht der Kall ift, und der Punkt, mit wels chem die Walse herabsukinken anfängt, auf ihree. Derstäche gegen aber dem Punkte liegt, an wels som E hängt, dieser also von jenem noch einmal, weit entfernt ift, als die Ars der Walse, in: welcher ihr Schwerpunkt liegt, so muß man zu. dem Gewichte der Walse has doppelte Gewicht in Fradhiren, wenn man den gangen Widerstand der Keile gehörde, schässen will.

. Man muß ju detgleichen Bersuchen immer abm lice Seile mablen. Denn oft ift ein Seil viel unbicssamer als bas andre, wenn es gleich mit ibm einerlen Dice hat. Es werben auch alle Seile Durch den Bebrauch biegfamer, und find neu am unbiegfamften. Betbeerte Geile find unbiegfamer und jugleich ichwächer als ungetheerte. Seile werben, unter übrigens gleichen Umftanben, am biegfamften, wenn der Danf verber forgfaltig gehechelt worden ift. Alber am meiften wird bie Biegsamteit, so wie auch Die Starte der Seile, Durch bas Zusammendreben gefdwacht. Gin lebet Baben muß, ebe er reißen foll, gefpannt merben. und je starter er fcon gespannt ift, um besto wenigere Kraft brancht man noch hingujufügen, um ibn vollende ju jerreifen. Durch bas Bufammenbres ben aber werben bie gaben ber Seile mirflich gefpannt, und baber tonnen abuliche und gleich bide Stride eine befte größere laft tragen, ohne ju jerreifen, je weniger feft fie jufammens gedrebt find. Die Erfahrung bat Diefe Sache außer allen Zweifel gefest, und es tragen mehrere Såden, die parallel neben einander bangen, gufame men allemal eine größere Laft, ebe fie reißen, als fie, nachdem man fie jusammengebrebt bat, sm erhalten im Stande find. Daber fomacht alles Busammenbreben bie Starte und jugleich die Biegs famteit ber Seile; man fann aber beffelben nicht gang überhoben fenn, wenn man lange Seile baben will, weil die Faden, aus welchen man fie beteis tet; von Ratur furt find, und alfo jufammens gebrebt werden muffen. Indeffen ift bennoch affes mal, unter übrigens gleichen Umftanden, ein locker gebrehtes Seil einem feften und fteifen porzugiebn. Mus diefer Spannung der gaden beom Bufammens drebn entsteht derjenige Theil der Unbiegfamfeit, ber Seile, ber immer von gleicher Große bleibt, es fen nun, daß man fie fart, ober fdmad, aber auch gar nicht fpannt.

Laffen Gie und jest bas zwente Sinderniß faft aller Bewegungen ber Rorper, Die uns umgeben, Die Reibung namlich, umftandlich untersuchen. Sie ift von einer doppelten Art. Denn gewöhnlich berurfacht fie feine neue Bewegung, fondern binbert und ichmacht bloß diejenige, die ber fich reis bende Körper andersmober erbalten bat. folde Reibung wollen wir ju ber erften Art rechnen. Oft aber bringt fie auch in runden Rors pern eine brebende Bewegung berbor, Die obne fie gar nicht Statt finden murbe; und in Diefem Falle ist fie von der iwenten Art. Go drebt fich eine auf einer magrechten Ebne fortgefcobne Rugel immerfort ruchwärte, indem fie vormarts fortgebt, bloß weil fie fic auf der Cone reibt. Ihre fortgebende Bewegung wird burch Diefe Art ber Reibung allemal gefdmacht, weil Die Drebung aus einem eftentrifden Stofe ber bervorragenden

Theile der Ebne auf die hervorragungen der Augel entspringt, und ein jeder Stoß von ber Art aud in dem Schwerpunfte ber Rugel eine Bewegung erzeugt, welche berjenigen gerabe entgegengefest ift, mit der fie fortgebt. Eben daber macht die Reis bung ber zwepten Art mit ber Gefdwindigfeit bes rollenden Rorpers, weil ber efgentrifde Stof um befto ftarfer wird, je mehr bie Geschwindigfeit gunimmt, mit welcher ber Rorper fortgebt. bennoch schwächt die Reibung von der zweiten Art Die Bewegung bes fich reibenden Rorpers lange nicht fo febr, als die von der erften. Denn ben iener weichen Die Erbabenbeiten Des bewegten Rors pers, und ber Chne, auf welcher er fortgebt, großentheils einander aus; anftatt baf bep Diefer fie insgesammt niedergedruckt oder weggeriffen wers ben muffen. Daber lehrt auch die Erfahrung, nicht nur, daß bie Reibung ber zwenten Urt übers haupt viel geringer ift ale die der erften, fondern Dag fie auch, unter übrigens gang gleichen Ums fanden, um befte geringer wird, je beweglicher der fic reibende Körper nach allen Seiten ift. Unter allen runden Rorpern namlich, Die eines folden Drehung fabig find, ift unftreitig die Rugel, nach allen Seiten bin, am beweglichften, Sie leidet aber and, unter gleichen Umftanden, bie fleinfte Reibung, und verliert weniger burch fie von ihrer fortgebenben Bewegung, als Baljen, oder Scheiben und Rader. Daber legt man unter ungebeure laften, die man fortzieht, fo wie man es ben Kortichaffung der Granitmaffe, auf melder Die Bildfaule Peters des Großen ju Petersburg ftebt, gethan bat, metaline Rugeln, um die Reibung dadurch, so viel als moglich, ju vermindern. Rleinere Laften aber ichiebt man gemobnlich anf

untergelegten Baljen fort, weil fie im Gebrauche bequemer find als Augeln.

Bie febr der Widerftand vermindert mird, wenn man die Reibung der erften Art in eine der zwenten Art verwandelt, jeigen felbft unfre gewähntiche Rabre jeuge auf eine febr einleuchtende-Art. Sie find mit Radern verfebn, welche fich wegen ihrer Reibung auf ber Erde brebn, folglich an ihrem Umfange eine Reibung ber zwenten Mrt leiden, anftatt bag Die gange Reibung eines Solittens ober einer Soleife bon ber erften Urt ift. Aber an ihren Aren reiben fic auch die Räder auf die erfte Art. Denn wenn ein runder Ropper fich zwar drebt, es entsteht aber feine Drebung nicht aus der Reibung auf einer gewiffen Rlace, fondern aus einer andern Urface, fo ift feine Reibung auf diefer Flace bon der erften Art, weil feine erhabnen Theilden in Diefem Ralle ben Theilden ber Blache nicht ausweichen. Go reibt fich die Welle eines Mühlrades auf ihren Zapfenlagern auf die erfte Art, und eben fo ift die Reibung eines Wagenrades auf feiner Are beschaffen. Ungeachtet aber Diefer anfehnlichen Reibung an ben Uren, und ungeachtet die Raber theils durch fich felbft, theils burch die Aren und die übrigen ju ihrer Befeftigung ubthigen Theile, bas Gewicht ber Bagen ungemein vermehren, fo machen fie bennoch bloß burch ibr Dreben, bag auf einem ungleichen Boben, wo bie Reibung vorzüglich groß ift, Die Bagen viel leichter fortzuziehn find als die Schleifen und Schlitten. hemmt man aber die Rader, daß fie fich nicht breben tonnen, fo mird bie Bewegnng ber Bagen gang ungemein erschwert, weil jest ihre gange Reibung bloß bon der erften Art ift.

### Anmerfungen.

- 1. Rach den Bersuchen des herrn Decouloms verhalt sich die Undiegsamkeit abulicher und gleich start gespannter Seile vom Durchmesser d und e, wenn sie ganz nen oder fonk schr sieif sind, wie v d 3 t v e 3. Ben den übeigen Sattungen fallt das Bers baltniß zwischen die beiden angefahrten.
- 2. Herr Busch ergablt, daß in hamburg, ben einem Baue, wo man den ganzen Tag über rammen mußte, Anfangs alle neue Seile in wenigen Tagen ganz undrauchbar wurden und verbrannten, weil die Rolle der Ramme, über welche die Seile gingen, nur einen finß breit war. Als man nachber, anstatt dieser, eine andre Rolle von zwen finß im Durche meffer andrachte, haben die Seile, ben gleich states Arbeit, viele Monate ausgehalten.

# Sieben und funfzigfter Brief.

Da die Reibung der zwepten Art, wie Sie gesehen huben, viel kleiner ist als die der ersten Art, so kann man ben kleinen und leichten Körpern, die man sehr beweglich machen will, wie j. B. ben den magnetischen Reigungsnadeln, seinen Zweck dadurch erreichen daß man ihre Japken nicht durch ein unbes wegfiches Lager unterkat, sondern von der einen und der andern Seite auf die Ränder isteper parallel neben einander gestellter etwas großer und leichter Rollen ober Räder legt, die sich beide nach entgegew

gefesten Richtungen broben , wonn jene Rorper ges brebt werden. Denn da die Drebung der Rollen bloß eine Kolge der Reibung zwifchen ihren Rändern und ben Bapfen ift, die auf ihnen liegen, fo gebort Diese Reibung jur zweiten Art, anftatt bag die Reis bung eines Zapfens auf einem unbeweglichen lager pon der erften Art ift. 3mar reiben fic die Bapfen ber Rollen felbft auch auf die erfte Art, allein Diefe Reibung wird durch eine febr. geringe Rraft übers wunden, wenn fie an fich tiein ift, und die Bapfen ber Rollen febr bunn, die Durchmeffer aber Der Rollen etwas groß find. Denn wenn CA (Fig. 93) der Salbmeffer des Zapfens, GE der Salbmeffer der Rolle und p ber aus ber Reibung bes Zapfens ente fpringende Miderstand ift, so wird p. CA bas Wes ment diefes Widerftandes, und ein Rorper, der fo wie ber Bapfen ber Magnetpabel aber eines anbern Rorpers, auf dem Rande der Rolle liegt, bat nur eine Rraft v nothig, deren Moment v. CE = p. CA ift, um den Biderftand p ju überwinden. Daber iff  $\mathbf{v} = \frac{\mathbf{p} \cdot \mathbf{C} \mathbf{A}}{\mathbf{C} \mathbf{E}}$  um defto fleiner, je fleiner  $\mathbf{p}$ 

Daher ift  $v = \frac{v}{CE}$  um desto kleiner, je kleiner pan sich, und CA-in Ansehung des Halbmessers CE ist. If i. B. CA =  $\frac{v}{30}$  CE, so wird auch  $v = \frac{v}{30}$  p, und daher kann man sich dieser Einrichtung den leichten Wertzengen, wo sich das Berhältuis von CE: CA sehr groß machen läst, mit vielem Borseheile bedienen, aber nicht ben großen und schweren Waschinen, dergleichan z. B. die Rühlen sind.

Die hrehende Bewegung, der Angeln, Rader und Walten bep der Reibung, der zwepten Sattung rahrt bloff daber, daß die erhahnen Theilden ihrer Oberflächen auf die Theilden der, Blächen floßen, auf deuen fie fich fortbemegen, und von ihnen zurück

gettheben werden. Gind alfo, Die Dberflachen ber runben Rorper beweglich genug, fo verlieren ihre Theilchen burch ben : Stoß an bie: unbeweglichen Theilchen ber Hlachen ihre gange Bewegung, ober fie werben eben fo ftart ractwarts geftoffen, als fic mit der Are vormants gebn, und haben alfo unten, mo der Stoß gefchieft, eigentlich imen gleiche und antgegengefeste Bewegungen jugleich. Gie breben fith daber eben fo. fchnell rúctwarts um ibre Are als Diefe vormarts geht. Sierauf grundet fic die Gigensfchaft ber gemeinen Rablinie, melite jeber Punft in dem Umfange eines Wagenrades befchreibt, wenn ber-Ragen auf einer Chne fortgebt, bag namlich ihre: Oximatinie allemal dem Umfangs bes Rabes gleich. ift. - hierauf grunden fich ferner. gewiffe Bertjenge, welche man Wegemeffer ober habometer nennt. Man befestigt fie j. S. an einem Bagenrabe, und fie find fo eingerichtet, daß ben jeder Umbrehung bes Rades ein barite befindlicher Zeiger um eine Abs theilung fortruckt, undtbag man, nach guruckgelege. tem Wege miffen tonn, wie viel Wal fich indeffen das:Rad unigedreht hat. Kennt wan also die långe. bes Unfanges bes Rabes genauf fo lagt fich bie-Lange Destauruchgelegten Weges febr Bicht berechnen, weil jeder Puntt im Umfange bes Rades durch feine Drebung eben fo vielen Raum durchlauft, mis bie: Ure beffelben nebit bem Wagen in berfelben Beita durch feine fortgebende Bewegung jurudlegt. Patt 3. B. der Umfang bes : Rades genau eine Ruthe in fp : hat man wahrend ber Beit, ba es fich bundert Dal umgebreht hat, einen Weg von 100 Authen jurack: gelogt. Dan bat unterschiedne Aften von bergleisden Mafdinen, Die fich aber alle barguf grunden, dad ein Rad ober eine Walse, diech bie Reibung. der zwerten Art, fich allemal um befie fchnellen drecht.

je fineller es fektysist, und daß die Schnelligfeit ber-Drehung seines Umfanges ber Geschwindigkeit feiner fartgebenden Bewegung gleich ift.

lleber bie Reibung ber zwepten Art fehlt es noch an binlaugliden und genauen Berfuchen, in Anfebung. aber der Reibung ber erften Art, welche ben den: Maschinen faß allein in Betrachtung fommt, baben wir dem Amontons chenfalls die erften richtiacm Renntuiffe su verdanfen. Bor feiner Beit glaubte man, biefe Aut ber Reibung bange biof von ber Größe der fich reibenden Riaden ab: Er war ber erfte, ber biefes Berurtheil wiberlegte, und burd Erfahrungen bemies, daß die Große der Reibung fich faft gang allein nach bem Gewichte ber Rorper, nber vielmehr nach ber Araft, mit welcher die Rorper an die Rlachen, auf deten fie fich bewegen und reiben, gebrucht merben, richte. Er bediente fich ju feinen Berfuchen eines glatten und wagrechten Lifded, auf welchem ein, mit Bewichten befdwettes Bret lag. In Diefem war ein feiner feibner gaben befestigt ber wagrecht nub bem Tifche parallel bis zu einer. am Rande Des Tiffes eingeschrobnen Rolle fortginge von welcher er fothrecht berabhing, und an feinem' Ende eine Bagibale trug, die nach und nach immer mehr mit Bewichten beschwert wurde, fo lange, bis: das Brot auf dem Tifche fortungeben aufing. Denn da die Reibung einer fehr bewechlichen und etwas großen Rolle, oder vielmehr das Moment derfelbene: fo; wie auch die Unbiegfamteit eines bannen feidnen Radens nur febr geringe ift, fo fann man bas fleinfte Gewicht, welches unthwendig an bem gaben bangen mng, wenn bas Bret anfangen fall auf bem Tifche fortzügehn, so anschn, als wenn es bloß zur Uchens windung der Reibung bes Bretes angewendet murbe, und diefes um defto mehr, da die Reibung fic nie

mit niethenmtifder Benanigfelt, fonbern immer nur bennahe und durch Raberung bestimmen läßt.

Um inbeffen bie Einmischung aller fremden Urs fachen ganglich ju entfernen, wiederhobite man nacht ber die Berfmde über bie Roibung auf geneigten und beweglichen Chnen. Dan legte namlich ben Rbrper, beffen Reibung man miffen wollte, auf eine berigons tale Lafel, und erhob diefe am einem Enbe fo lange, bis der Rorper auf ihr Durch fein eignes Gewicht bers abeututiden anfing. Mistann maß man ben Binfel, ben die geneigte Safel mit einer magrechten Cone machte, und fo mar man im Stande, Die Große Der Reibung ju bestimmen. Denn gefest, es liege ein Rotver (Rig. 72) deffen Schwerpunft D ift auf Det geneigten Chue AB; es fen ferner AC tine mage rechte, B.C eine lothrechte Linio, der Reigungswins fel. BAG = n. und bas Gewicht bes Rorpers DF in Die beiden Rrafte DE = v und EF = p aufges loft, davon jene mit AB parallel, Diefe aber auf AB fentrecht tft; fo folgt, buf ber Rorper mit ber Rraft p an Die Chue gebrickt, mit ber Rraft v aber auf ihr beruntergetrieben wirb. Da nun die Drene ede DEF und ACB einander abnlich find, fo wird

V:p = B.C.: AC = tang. n: 1 und = tang. n. Man erfennt also, so bald man den Winkel n durch Bersuche sindet und son mist, aus seiner Tangente in jedem Falle, den wiedelsten Theil von p die Krast v ausmächt. Richtet sich nun die Reibung größtens theils nach dem Drucke, so muß det Winkel n, wenigs stens bennahe, immer von gleicher Größe bleiben, wenn gleich die Bröße der sich reibenden Flächen verändert wied.

tha i.

Auferdem hat man noch ein befondet Wertjeng, um die Große der Reibung ju meffen, meides man Reibungemeffer ober Eribometer nennt. Es befteht aus einer Belle, in welche man nach Bes fallen bald bolgerne, balb metallne Banfen foranben Chen fo laffen fic bie Bapfenlager verandern, - auf welchen die wagrechte Belle rubt. Um die Belle geht eine feidne Schnwe, an deren beiden Enden gleiche Gewichte bangen. Man legt an ber einen Seite nach und nach friedenge Gewichte ju, bis Die Welle fich ju dreben aufängt, und berechnet aus dem Uebergewichte Die Große ber Reibung. Diefes Berfzeug ift febr bequem, es nimmt wenis gen Raum ein, man fant burch baffelbe febr feicht bon febr berfchiebnen Materien, femabl trocken als geschmiert, die, Reibung erforfchen, und es fceint der Sauptabficht, wefihalb man bergleichen Berfuche macht, namlich um die Grofe der Reis bung ber Raberwerfe tennen ju lernen, am anges meffenften zu fenn.

Die Reibung überhaupt; und insbesondere die bon ber erften Art, bangt.jum Theil von ber Glatte der Aleichen ab, welche fich reiben. . Je geringer Diefe if, je ranber alfo die Blachen find, 'um befto größer ift die Reibung. Aber auch eine gar ju große Glatte vermehrt fle wieber. Go fleben Spies gelplatten gleichsam an einander, wenn man eine, auf die andre legt. Da nun die Theile ber Mas foinen weber raub, noch and fpiegeiglatt, poliert find, und man die Grafe der Reibung bloß wegen ber Mafchinen gu tennen fucht, fo muß man gu ben Berfuchen über bie Reibung weber raube, noch ftaut politte, fondern bing recht glatte Rorper. Diefe find entweder von Doll, Metall mablen. ober auch allenfalls von Stein, weil alle Theile

der Maschinen bing von diesen Materien, vonige lich von den beiden erstern, gemacht ju sepn pflegen.

Die Theile der Maschinen find serner meder so dunn wie ein Blatt, noch so zugeschärst wie ein Messer. Daher nimmt man auch zu den Berssuchen über die Reibung bloß solche Körper, die eine beträchtliche Dicke und Breite haben. Und wenn man gleich zuweilen dem bewegten Körper, eine keilformige Gestalt giebt, so schäeft man dens noch die Fläche, auf welcher er ruht, nie so wie ein Messer, weil sie sonst in die andre Fläche eins dringen und nicht bloß sich an ihr reiben würde,

Amontons folog aus feinen Berfuchen, bag bie Reibung ber erften Urt ben ben Dafcbinen nie über & des gangen Drucks beträgt. Wenn 1. B. Die Theile, welche fich auf einander reiben, mit einer Rraft von 12 Pfunden gufammengebrückt wers ben, fo macht die Reibung diefer Theile' vier Pfund, und oft viel wenigen aus. Diefe Regel, Die man mehrentheils gang unrichtig verftanden hat, ift noch immer, wenn bloß von ber Reibung benm Anfange ber Bewegung die Rebe ift, anch ben Maschinen brauchbar. Denn Die Reibung ber Rorper ift fo veranderlich, und hangt vom fo vies. len jum Theil unbefannten Urfachen ale bag wir jufrieden fenn muffen, wenn wir nur im Stanbe find, ibre großte Grenze ben Mafdinen mit einiger-Sicherheit ju bestimmen. . Findet fic nachber bie Reibung fleiner, als wir fie in Unichlag gebracht baben, thut die Mafchine alfo eine größere Birs fung, als wir erwarteten, fo find wir um befto mehr mit ihr jufrieden.

3war ging Amontons darin ju weit, daß er bem blogen Drucke fast alles allein juschrieb; benn

die Erfahrung lehrt, bag die Groffe ber Obers flacen, welche fic reiben, ebenfalls einen unftreis tigen Ginfluß auf Die Große der Reibung bat. Muein bennoch ift der lettre bey ben Dafdinen immer nur febr geringe, fo, daß man bier bte vhue fonderlichen Jrribum, aus dem blogen Drucke berechnen fann. Befonbers findet man, wenn Detall fich auf Detall reibe und die fich reibenben Blachen nicht geschmiert finb, gemeis niglich nicht ben geringften Unterschied in ber Reis bung ben großen ober fleinen Slachen, fo lange nur Der Drud von gleicher Große bleibt, es mußten benn ben einem ansehnlichen Drucke die Rlachen gang unges mobnlich flein fenn. Sind aber Die Rlachen gefchmiert, fo bangt die Große des Widerftandes der Reibung, fowoll berm Solge als benm Metalle, jum Theil mit bon ber Große ber Rlachen ab. Denn Diefe fleben burd bie Somiere mehr ober weniger gufammen, und Die Totalfraft, mit welcher fie jusammenbangen, richtet fic naturlich nach ihrer Größe. Co fann man, wenn mit reinem Talg frifch eingefchmiert wors ben, und die Bewegung febr langfam ift, auf jeden Quadratfuß, benm Solge an 7, und benm Gifen an 6 Baeifer Pfund, wenn aber mit Theer eingeschmiert , worden if, boppelt fo viel an Biderftand ben ber Reibung rechnen; fo daß bie Reibung gefdmierter Blachen aus zwenen Thellen befieht: einem unberans berlichen, ber vom Bufammenfleben ber Rlachen bers. rabrt, und einem veranderlichen, ber eigentlich bloß ber Reibung jugefdrieben werben muß, und einen gewiffen Theil Des Drude ausmacht.

## Acht und funfzigfter Brief.

Amontons und die meisten seiner Rachfolger bemührten sich bloß die Reibung der Ause durch die Erfahrung tennen zu lernen, die man vom der Reis bung der Bewegung sehr wohl unterscheiden muß. Iene sindet State, wenn ein Körper, der bieher geruhet hatte, nur eben aufängt sich zu bewes gen; diese aber, wenn er mit einer gewissen beträchts lichen Seschwindigkeit fortläuft, und sich beständig reibt, indem er sich bewegt. Jene läßt sich durch die Erfahrung viel leichter bestimmen als diese, und da man vorausseste, das die eine so groß wäre als die andre, so glaubte man, es sep hinreichend, bloß die Größe der einen durch Bersuche zu kennen.

Das Soll bat die fonderbare Eigenschaft, wenn man es geschmiert ober ungeschmiert auf Soli ober Wetall legt, daß feine Reibung der Rube Anfangs um defto größer ift, je langer es gerubet bat, bis es ein gewiffes Groftes ber Reibung erreicht, ba Diefe benn weiter nicht junimmt, wenn bas Solg gleich noch långer in Rube bleibt. Es muß oft mehe rere Lage binter einander in Rube gelaffen werden, wenn es das Größte feiner Reibung erreichen foll, und diefes ift oft noch einmal fo groß als die Reis bung ber Rube alebann wird, wenn man es gleich fortzieht, nachdem man es aufgeleget bat. auf Metall zeigt ungefdmiert Diefe Eigenfchaft nicht; fomiert man es aber, fo macht auch bier Anfangs burch eine anhaltende Rube die Reibung bis zu einem gemiffen Größten. Ran muß baber, um einigere maßen fichre und beftimmte Werbaltniffe ju erhalten, allemal die grofte Reibung der Ruhe mit bem

Das Berhaltnif aber Diefer größten Reibung jum Drude ift gwifden ungeschmiertem Solge und Solje, vermoge ber Erfahrung, ins Mittel wie 1:3, jumeilen wie 1:2, ja mobl noch etwas fleiner, jus weilen auch wie I : 3,7; zwischen ungeschmiertem Solze und Metalle ins Mittel wie 1:5; zwifchen ungeschmiertem Retalle aber und Metalle, ins Dits tel wie 1:33 bis 1:4 oder, wenn die glachen, ben einem betrachtlichen Drucke febr flein find, wie 1 : 6. Durch bas Ginfomieren, wenn es auf die geborige Art geschieht, last fic die Reibung gewöhnlich bis auf die Salfte vermindern. Man bringt gwifden Solg und Solg oder Metall, Seife, Talg, auch wohl Theer, und zwifden Detall und Metall, Del: und die Erfahrung lehrt, daß, nach Befchaffenbeit Der Robper, welche fich reiben, die Reibung burch eine Urt ber Schmiere mehr bermindert wird, als Durch bie andre, nur muß die Schmiere überhaupt rein und frifd fenn. Denn folechte ober alte Somies re vermehrt oft die Reibung, anstatt fie ju vermins Sie wird oft burd bas Alter jabe, und vers mandelt fich, befonders wenn fich Metalle reiben, indem fie fich mit dem abgeriebnen Staube berfelben vermischt, in eine Art von Galbe. Daber muß man befonders ben folden Dafdinen, welche einen gros fen Drud leiden, Die Schmiere oft erneuern.

So verhalt fich die Reibung ben Rorpern, welche eine fortgebende Bewegung haben. Sie follte ben Bapfen oder Walgen, die fich auf ihrem Lager, oder ben durchlocherten Rollen, die fich um feste Zapfen dreben, eben so groß fenn, allein man findet fie, wenn holz sich auf holz oder auf Metallen brebt, gewöhnlich viel kleiner; vielleicht weil das holz aus

Rafern befieht, und ben der Reibung auf die Lage Derfelben, in Unfebung ber Richtung ber Bewegung, wie and auf die Urt feiner Glattung, febr viel aus Commt. Indeffen feben Sie hieraus, wie nothwens Dig es ift, fur jede Urt der Bewegung Die Grofe Der Reibung durch Berfuche ju erforfchen. Benn Rollen von febr bartem Solze fich um Aren von einer eben fo barten aber verschiednen Solgart dreben, so ift Die Reibung ber Rube, vermbge ber Erfabrung, troden 14 bis 10, und geborig eingeschmiert nur . Wenn fic bergleichen Rols To bis 33 des Drucks. Ien um eiferne Uren brebten, war die Reibung uns gefchmiert 20 des Drucks. Drehte fich aber Aupfer, auf Eifen, fo mar die Reibung troden & und gebos rig eingeschmiert Tr bis vo bes Drucks. baupt reiben fich mehrentheils Metalle von gleicher Art ftarter auf einanger, als die von verschiedner Sattung, und am fleinften fceint die Reibung Des Stable auf Meifing an fevn.

lingeachtet aber die Reibung der Ruse ben der fortgehenden Bewegung des Holzes auf Holze ges wöhnlich so groß ift, wie ich gesagt habe, so wird sie dennoch sehr vermindert, wenn die sich reibenden Flachen, nach Berhaltnis des Drucks, ungewöhnlich klein werden. Die Schissbanmeister geben den Flas den, auf welchen sie die Schisse durch ihre eigne Schwere vom Stapel laufen lassen, nicht mehr, als 10 bis 12 Linien Fall, auf einen Fuß. In diesem Falle macht die größte Reibung der Ruse nur This dis To vom! Drucke aus, bloß well der Druck ungemein groß und die sich reibende Flache sehr schmal ist.

Aber ben den Maschinen kommt es nicht sowohl auf die Reibung der Ande, als vielmehr auf die Reis bung der Bewegung an, und diese ist mehrentheils viel kleinen, als jene wird, wenn sie am größten ift,

besonders wenn die Theilden der Körper durch die Bewegung erschuttert werben. Denn burd die Ers fcutterung luften fic Die Theilchen, Die fic an eine Benn man baber ein Stud Sola auf ander reiben. einem Tifche fortziehty, und:auf biefen zugleich ofters gelinde mit einem Dammer folagt, fo findet man, felbit ben einem mäßigen Drucke und ungeschmierten Aladen, die Reibung der Rube nicht über 3, und ben großem Drucke faum To bes Druckes groß. Bets lleinert man aber noch aberdieses die fich reibenden Aldchen, fo viel man fann, fo macht im lettern Kalle die Reibung der Anbe oft taum 🚣 des ganzen Drucks Man fonnte diese Reibung der Rube, weiche Statt findet, wenn man die fic reibenden Rlachen luftet, Die fleinfte nennen:

Obgleich aber überhaupt die Reibung der Bemes gung gewöhnlich mertlich fleiner ift, als die größte Reibung der Rube, fo machft fie dennoch zuweilen wahrend der Bewegung, und zwar um befto mehr, ie mehr die Geschwindigfeit junimmt. Juweilen bleibt fie aber auch unverandert von gleicher Große, wenn gleich die Beschwindigfeit noch fo graf wird, obne bag man im Stande ift, die Urfachen Diefes Unterfchiedes anjugeben, weil es noch an hinfange lichen Berfuchen bieruber fehlt. Go viel ift gewiß, daß fie in zusammengefesten Raderwerten und Dafchinen, ben junehmenber Gefchwindigfeit, ims mer größer, und julett ber Rraft gleich wird, melde bergleichen Dafchinen in Bewegung fest. Denn die Erfahrung lehrt, wenn man ein Uhrwerf, beffen Raber fich gang frey und ohne im geringe fen gebemmt ju merben, bewegen tonnen, vermits telft einer aufgezognen feber ober eines Bewichts, laufen lafit, daß feine Bewegung Anfangs am karfften, bernach immer weniger beschiemigt, und

in furger Zeit gleichfhemig wird, Dieses beweift, Dag Die Reibung, fo wie die Befdwindigfeit gus mimmt, imme großer, und julest bem Bewichte welches an dem Uhrwerfe bangt, gleich wird. Aber auch ben einfachen Rollon und Walgen pflegt die Reibung ebenfalls mit ber Gefdwindigfeit gugue mehmen, wenn ibre Bapfen eingefcmiert find, ier Doch geschieht bieses nicht allezeit, sondern die Be-Deaung wird oft gant gleichformig befchleunigt, an einem Beweise, das Die Rraft Des Wiberftans Des oder der Reibung, welche die Rrafe der Schwere vermindert, eben fo, wie biefe, haftendig von gleis der Grobe bleibt. Ueberbaupt pflegt in allen Rab len Anfangs, wenn bie Befdwindigfeit noch nicht groß ift, die Reibung nur febr wenig und oft mur unmerflich jujunehmen, hernach aber ber groe Ben Graden der Sefdwindigfeit um defto fcueller au medfen.

Bep ungeschmierten Rollen wächst die Reibung ebenfalls oft mit der Geschwindigkeit, wenn sich Wetall auf Metall, oder Wetall auf Holz reibt. Das aber dieses dennoch nicht allemal geschieht, sons dern die Reibung oft, selbst des den größten: Ses schwindigkeiten, immer von gleicher Größe bleibt, deweisen die Benfuche, welche Schober in den Salzs gruben dep Arakau mit Rollen gemacht hat, deren Araka von Stahl, die Lager aber theils von Horn April von Metall waren, am deutlichken. Denn Sie Bewegung dieser Rollen und der an ihnen hängenden Gewichte blieb beständig, selbst nache dem die letzten durch eine Tiese von 216 Kuß Berachgesunsen waren, gleichsemig beschleunigt.

Zuweilen wächst die Reibung bewegter Körper nicht durch die Geschwindigkeit, sondern dadurch, daß die Theile, welche fich reiben, fich bep der Bewegung erhigen oder sonft anfquellen und fich klemmen. Daher vergedfert ofe die Feuchtigkeit die Reibung des Joljes. Die Wigung wird unter andern durch Sand oder Staub und Schmut befordert, der sich zwischen die reibenden Flachen sest. Und gleichwie schünfrige Materien dadurch, daß sie Dberflächen glätter machen, die Reibung vermindern, so vergrößert dagegen z. B. Kreide die Reibung des Holzes und der Stricke, weil sie ihre Oberflächen rauber macht. Vorzugs lich quellen die Metalle durch die Erhigung stark auf, und reiben sich hernach auch um desto fläre ter, besonders wenn ihre Jupsen oder Aren sich in engen löchern dreben.

Die mabren Urfachen ber berichiebenen Ericheis nungen ber Reibung find uns größtentheils unbes lleberhaupt lagt fich nur fo viel fagen, baß Die bervorragenden Theilden der feften Korper ben ber Reibung ber erften Art theils niedergebrudt, thelle meggeriffen werden muffen. Gefcabe bloß bas erftere, fo marbe die Retbung mabriceinito blog von ber Grafe bes Drude, und gar nicht bon ber Große ber Oberfiachen abbangen. Denn man mußte alsdann jene hervorragungen als Reine elafis ifche Rafern anfeben, welche bem Drude um befts mebr miberfteben; je mebr fie niedergebogen wetben, und je ftarter alfo ber Druct ift. : Bergrafferte mak ben immer gleichem Drucke bie Dberfface, fo mus ben die Kafern um besto weniger niedergebogen, in je größerer Angabl fie jest vorbanden maren, und Daber bliebe ber gange Biberftand, Der fic wie bas Produft aus der Ungabi der gusammengebruckten Ras fern und aus bem Widerftande einer einzelnen Rafet verbalt, immer ebenderfelbe.

Burben aber alle miderstebende Theilden ben der Reibung meggeriffen, fo mußte Die Reibung bloß bon ber Oberflache, und gar nicht vom Drude abs bangen. Denn die Theilden bangen mit ihren glas then mit einer gemiffen absoluten Rraft jufammen, welche ben einem fleinen und großen Drude immer einerlen bleibt. Je größer alfo die fich reibenden Rladen find, um befto mehrere Gewalt wird exfors bert, um ben Bufammenhang jener Theilden ju überminden, es mag übrigens ber Drud ber glachen an einander groß oder flein fenn. Da nun Die Rele bung ber erften Urt ben bem Solge und ben Detallen fich größtentheils bloß nach bem Drucke richtet, und gewöhnlich die Große det Blachen nur einen geringen Einfluß auf fie hat, fo folgt, daß ben der Reibung Der erften Wet Der größte Theil der widerflebenben bervorragenden Ebeilden gewionlich bloß niederges Dructe, und der fleinfte weggeriffen wird.

Dieraus läße sich wahrscheinlich begreifen, warum ber Einfluß der Oberstächen in die Reibung sowohl bem Polze, als auch bem Metalle, um desto sicht bem Polze, als auch bem Metalle, um desto sicht kicher wird, je schmäler die sich reibenden Flächen den einem ansehnlichen Drucke stud. Denn eine Fisder fann durch ihre Federkraft nur so lange der Zussammendrückung widerstehen, als sie nicht zerquetscht wied weggerissen wird. Denn sohald dieses geschieht, sien weggerissen wird. Denn sohald dieses geschieht, sien wegerissen auf. Ein starter Oruck aber aber einer sehr schmalen Fläche muß wahrscheinlich die meisten Fibern wegreissen oder vernichten, und sendeshalb ist in diesem Kalle die Reibung, nach Werhältniß des Orucks, so geringe.

So nachtheilig übrigens die Reibung in gewiffen Absichten auch ift, so nuglich und nothwendig ist fie in andern. Durch fie preffen wir Lörper, vermit zelft der Schrauben und Reile, susammen; durch fie

halten wir oft mit einer geringen Araft Gewegungen auf, ober verhindern diejenigen, die und schädlich senn möchten; durch fie schleisen, seilen und polirem wir. Ohne sie würden wir weder gehn, noch siesen voer liegen konnen. Richts würde einige Festigkeit haben, und der geringste hauch würde die schieften Korper, die auf einem wagrechten Goden stehen, wegtreiben.

### Reun und funfzigfter Brief.

Ben den Rorpern, welche mit einer gewiffen Rraft gebreht werden muffen, ift ber Theil ber Rraft, web der auf die Ueberwindung ber Reibung verwendet wird, als verloren anjuseben, und man muß ibn Defhalb fo viel als moglich ju vermindern fuchen. Diefe Abfict aber erreidet man mehr burd die Bers minderung des Moments der Reibung, als ber Reis bung felbft. Ben einem Bagen 1. B. ftebt es nicht in unferer Semalt, ben Boden ju ebnen, auf wels dem er fortgezogen wird, und baburd bie Reibung am Umfange ber Raber ju berfleinern: auch fonnen wir Die Reibung an ben Aren mehrentheils nur wenig vermindern; aber es ficht in unferer Semalt Das Moment ber lettern Reibung febr flein gu mas den und baburd febr biel an ber Rraft in gewinnen. Die Strange namlich, an welchen bie Pferbe ben Bagen fortgieben, find an bem Gerufte ber Deichfel. welche mit ben Uren ber Borberraber verbunben ift. Sefeffigt, fo daß man die Aren als die Puntte anfeben fann, an welchen Die Rraft angebracht ift.

Auf einem wagrechten Boben, der das Gewicht des Wagens tragt und gleichfam vernichtet, beftebt bie Laft, welche fortgezogen wird, blog in bem Bibers ftande der Reibung am Umfange der Rader. In dies fem Biderftande aber muffen wir zwen Theile unters. Der eine rubre blog von der Reibung der amenten Art ber, und murde Statt finden, wenn gleich an ben Aren gar feine Reibung mare; andere entspringt blog aus der Reibung ber erften Art an den Aren. Denn Diefe Reibung widerfieht Dem Umdreben ber Rader, und es gebort am Ums fange derfelben eine gewiffe Rraft daju, um jenen Biderftand ju aberminden. Diefe Rraft aber macht Den ansehnlichften Theil der laft ober des Widerftans bes aus, ben die Pferde übermaltigen muffen. Dun ift die Rraft P, mit welcher die Reibung der erften Art miderftebt, am Umfange der Are angebracht, , Deren Salbmeffer wir r nennen wollen, die Rraft aber p, welche mit P im Gleichgewichte fenn foll, befindet fich am Umfange bes Rades, beffen Salbs Daber muß rP = Rp, und meffer R fenn mag.  $p = \frac{r P}{R}$  feyn. Je fleiner aife bas Moment r P, und je größer R ift, um befto fleiner wird die Rraft p, welche den vornehmften Theil ber Laft ausmacht.

Sie sehen hieraus, daß ein Bagen, unter übris gens gleichen Umftanden, um desto leichter geht, je dunner seine Aren, und je größer seine Raber find. Daber hat auch die Erfahrung gelehrt, daß eiserne Aren, weil sie viel dunner seyn tonnen als bolgerne, ungeachtet ihrer größern Schwere, das Fortziehen eines Wagens sehr erleichtern, und daß hohe Raber vortheilhafter sind als niedrige, nicht nur weil sie über viele Bertiefungen unebner Wege weggeben, in

welche diese fallen, sondern auch weil fie felbst auf ebnem Boden das Fortstehen erleichtern.

Laffen Sie und, als ein zwentes Benfviel, einen gleicharmigen Debel betrachten, der fich um einen in feiner Mitte befindlichen malgenformigen Bapfen bres ben laft, und an feinen beiden Endpunften gmen gleiche Bewichte tragt. Mollen Gie ibn breben, fo muffen Sie querft feine Reibung, etwa burch ein an bem einen Ende bingugefügtes Gewicht, Sein Zapfen wird von dem Gewichte åberminden. bes Sebels an fic, von ben beiden gleichen an ibm bangenden Gewichten und felbft von dem megen Der Reibung bingugefügten Semichte gebruckt. Reibung aber, welche bier gang jur erften Art ges bort, ift ein gewiffer verbaltnifmäßiger Theil Diefes gangen Drucks, und befindet fich am Umfange bes Zapfens. Je bunner alfo diefer ift, um defto fleie ner ift ihr Moment, um befto fleiner wird bas zu ibrer Ueberwindung notbige Begengewicht am Ende Des einen Arms des Sebels. ' Daber muß man Debeln, Die febr beweglich fenn follen, febr bunne Bapfen geben, und ben Bagebalten ober Penbein, Die fich nicht gang in Die Runde breben, fondern bloß bin und ber wiegen oder fcmingen follen, fcarft man die Bapfen nach unten mefferformig ju. Da bloß ber untre mefferformige etwas, abgerundete Theil des Zapfens fic alsdann auf feinem lager bin und ber brebt, fo ift er als ein befonderer außerors bentlich bunner Zapfen angufeben, um welchen fich das gange Bertgeng bewegt, und fein oberer breites rer Theil Dient blog baju, um bem gangen Bapfen Die nothige Starfe ju geben.

Begen ber Reibung muß man oft bep Bertjeus gen und Mafchinen, wenn man fie aufs vortheilhafe ı

teffe einrichten will, der Kraft und laft gang andre Richtungen geben, ale fie erhalten murden, wenn gar feine Reibung vorhanden mare. 3d babe j. B. ftillichweigend vorausgesett, daß es feine Reibung glebt, ale ich Ihnen oben zeigte, daß es am vors theilhafteften ift, eine auf einer geneigten Ebne lies gende Laft parallel mit biefer Cone fortzugiehen. \*) Da aber ein jeder Rorper, der auf einer Ebne forts gezogen wird, fich auf ibr reibt, fo verhalt fich bie Sache gang anders, wenn man auf Diefe Reibung Rudficht nimmt, und es ift alsbann immer am vore theilhafteften, den Rorper fo ju gieben, daß er etwas gehoben, und badurch fein Druck und feine Reibung gugleich vermindert mird. Um fich biervon gu übers zeugen, nehmen Sie an, ber Abrper liege auf einem wagrechten Boden, und feine Reibung fen feinem Gewichte P gleich. Bieben Sie ihn magrecht fort, fo brauchen Sie eine Rraft, Die = P ift. Sie ihn aber unter einem Winfel von 45 Graben in Die Sobe, so lagt fic Ihre gesammte Kraft f in gwen gleiche Rrafte, eine lothrechte und eine wags rechte, gerlegen. Jede beträgt an 70 f, weil ber Sinus von 45° ungefähr 70 ausmacht. Dit ber lothrechten Rraft vermindern Sie den Druck und die Reibung des Korpers um 70 f, und es ift alfo eben fo viel, als wenn Gie die Laft P - 70 f mit ber Rraft 70 f magrecht gieben. Soll nun Rraft und Last im Gleichgewichte fenn, so muß P- 70 f = 70 f ober f = 19 P fenn. Alfo ift in diefem galle Die Rraft f offenbar fleiner als fie mare, wenn ber Rorper magrecht fortgezogen murbe, weil in diefem Falle f = P fenn mußte. Auf eine abnliche Art vers balt fic bie Sache, auch wenn bie Reibung gerins

<sup>\*)</sup> Man febe ben neun und zwanzigfien Brief.

ger, und der Korper auf einer geneigten Sbne forts gezogen wird. Immer ift es am vortheilhafteften, ibn etwas in die Obbe ju ziehen und dadurch seinen Druck auf die Sbne zu vermindern.

Man fann bas, mas ich bier fage, auch auf . Schlitten, Schleifen ober Bagen anwenden, welche bon Pferden fortgejogen werden. Denn ben ben lettern ift die Rraft, wie ich fcon gefagt habe, fo angufeben, als wenn fle an den Aren ber Råder angebracht mare, und das Umbreben der Rader bermindert bloß die Reibung auf dem Bos ben, andert aber fonft in der hauptsache nichts. Bermage der Erfahrung macht die Reibung der Bes wegung eines belabnen Bagens auf recht gutem und ebnem Bege etwa & der Laft oder des Druckes aus. 3) Benn wir aber fur fie ins Mittel & rechnen, weil ber Beg nicht allenehalben gut ift, fo lagt fich geis gen, daß die Seile, an welchen die Pferde gieben, wenn fle gespannt find, fich unter einem Winfel von 11.0 18' aber die Ebne erbeben muffen, auf welcher ber Bagen fortgezogen wird. 4 3ft ber Bintel größer oder fleiner, fo wird Die Arbeit den Pferden obne Roth erfdwert. Debrentheils ift er biel großer, weil die Borderrader ber meiften Bagen ju flein und ihre Aren ju niedrig find. Diefes ift ein neuer Brund, weffhalb bobe Borderrader vortheilhafter find, ale niedrige. Ihre Uren muffen faft vollig fo boch fenn, ale die Bruft bes giebenden Pferdes, weil der Winfel von 11° 18' an fic nur febr flein ift, und eine etwas lange linie über einem magreche ten Boden, welche diefe Reigung bat, an einem Ende fast eben fo boch ift als am andern.

Um folimmften ift es, wenn ein Rorper auf einer geneigten Ebne nach einer febr unterwarts

gehenden Richtung gezogen, folglich felbst durch die Rraft start gegen die Sone gedrückt wird. Dieser Fall sindet nuter andern Statt, wenn ein Wagen noch auf dem Abhange eines steilen Bers ges steht, und die Pferde schon oben auf einem magrechten Boden sind. Daher lehrt auch die Ers fahrung, daß die Pferde, wenn sie einen Wagen bergan ziehen, sich am stärtsten oben, wenn sie den Sipfel des Abhanges bereits erreicht haben, austrens gen muffen.

In einer Dable und jeber andern aus Rabern zusammengesetzen Waschine greift jedes Rab an einer Seite in einen Drilling, und fein eigner Drilling wird an einer andern Ceite burch ein andres Rad fortgeftogen. In Diefen beiden Punften muß man fic bie Rraft und die Laft gebenten. Jede bat eine gewiffe Richtung und Grofe, und man muß beibe mit bem Gewichte bes Rabes jufammenfegen. erbalt man die mittlete Richtung und die mittlere Große bes gefammten Drucks, ben bie Bapfen bes Rades leiden. Bon Diefem macht die Reibung einen' verhaltnismäßigen Theil aus, und es giebt aledann ebenfalls einen gewiffen Ort und eine gewiffe Richs tung, welche man ber Rraft wegen ber Reibung ges ben muß, wenn die Mafdine am vortheilhafteften mirten foll.

Man muß daher, wenn man die Gesete der Drehung auf die Maschinen anwenden will, deren Theile sich um gewisse Uren drehen, die Reibung nie aus den Augen seigen. Ueberhaupt verfährt man daben auf folgende Art: Gesett es wären verschies dene Massen (Fig. 96.) A, E, D, B durch eine steise geometrische gerade Linie vereinigt, welche sich um C dreht, und jede Masse, würde von einer gewissen

gleichformigen Rraft, wie die ber Schwere ift, ims mer fentrecht auf A B getricben; fo mußte man fic anerst alle Diefe Totalfrafte in einem Bunfte, g. B. in B. vereinigt vorftellen. Und Diefe Bereinigung laft fid vermittelft ber Momente leicht bewirfen. Denn ift 3. S. eine Totalfraft in E. fo ift ihr Dos ment, in Anschung bes festen Puntts C, = a.E.C, und fie tragt alfo ju ber Drebung bes Sebels eben fo viel ben, als eine Rraft a.E.C in B thun wurs be. Man fann also, anstatt der Rraft a in E, Die lette Rraft in B fegen, und fo nach und nach alle Totalfrafte aus A, E und D nad B bringen, und mit ber bort befindlichen Rraft vereinigen, nur daß man die, welche ber lettern entgegengefest find, von ihr abziehen muß. Go erhalt man eine einzige Los talfraft in B, von welcher man bernach die Rraft abziehen muß, die in B jur leberwindung der Reis bung bes Bebels nothwendig ift.

Bep diesen Totalkraften aber, mit welchen außre Ursachen in die Punkte A, E, D und B des hebels wirken, kommt gar nichts auf die in diesen Punkten besindlichen Massen und ihre Berhaltnisse an; wes nigstens seise ich voraus, daß die außre Totalkraft in jedem Punkte von einerley Größe bleibt, es mag daselbst eine große oder kleine Masse seint, So bald aber der hebel sich dreht, so vertheilen sich, wie Sie wissen, alle diese Kräfte, wegen der Steisigkeit des hebels, auf eine solche Art, indem alle die verschies denen Massen auf einander wirken, daß das Mosment der Kraft jeder Masse sich, wie das Produkt aus der Masse und dem Quadrate ihrer Entsernung von C, verhält. Runmehr ist also die Größe einer Masse in diesem oder jenem Punkte keinesweges

weiter gleichgutig, und man muß z. B. wenn man die Rasse A aus A weznehmen, und eine andre P in E andringen will, welche ben der Drehung des Hebels auf die übrigen Rassen volltig eben so wirken soll, wie A in A gewirkt hat,  $P = \frac{A \cdot A \cdot C^2}{E \cdot C^2}$  machen. Aledan: sind P und A, jede an ihrem Orte, gleichgültige Rassen.

Sest man also, anstatt aller Massen A, E, D, außer B, in B gleichgültige Massen, und dis vidirt wan die Summe der daselbst vereinigten Totalkräfte mit der Summe dieser Massen, so ers halt man die Elementarkraft, durch welche der Punkt B getrieben wird \*). Indem man nun diese mit der Elementarkraft der Schwere vergleicht, läßt sich die Seschwindigkeit des Punkts B und der Raum und die Zeit seiner Bewegung sehr leicht bestimmen, jedoch immer nur unter det Bors aussehung, daß diese Sewegung gleichsbrmig besschleunigt, und also die Reibung der Bewegung beständig von gleicher Sröße sey.

Auf eine abniliche Art verfährt man, wenn die Maffen nicht abgesondert find, sondern nur in eines fort jusammenhängen, ben materiellen Debeln, Rollen, Radern u. f. w.

# Unmerfungen.

1. Es sep das Semicht eines gleicharmigen Debels = P, die lange jedes Arms = a, der Dalbmeffer seines malzenformigen Zapfens = b.

<sup>\*)</sup> Man febe ben fieben und gwanzigften Brief. 3 Mam.

An den Endpunkten seiner beiden Arme hange ein Gewicht p, und noch jur lleberwindung der Reisdung am Zapsen, au dem einen Ende, ein Geswicht q; so ist der ganze Druck auß den Zapsen = P + 2p + q und die Reibung un ihm =  $\frac{1}{m}(P + 2p + q)$ , wenn sich die Reibung zum Drucke, wie 1 : m verhalt. Ist nun q mit der Reibung im Sleichgewichte, so muß aq =  $\frac{1}{m}$  (P + 2p + q) b, also  $q = \frac{Pb + 2pb}{ma - b}$  sepn. Is kleiner daher b ist, um desto kleiner ist offens dar auch q.

Gesehr b ware = 1, a = 40, P = 2 p = 3, m = 6, so wird  $q = \frac{2+6}{240-1} =$  beynahe  $\frac{1}{20}$ .

2. Es sep AB (Fig. 166) eine geneigte Ebne, AC ihre Grundlinie, BC ihre Hhe, der Wins kel BAC = m, und auf ihr liege die Laft P; so wird das relative Sewicht dieser Last = P. sin. m, und die Krast, womit sie die Ebne drückt, = P. cos. m (29 Brief); also die Reibung = T. P. cos. m, wenn es erlaubt ist, anzunehmen, daß diese sich num die last nach der Richtung EF auswärts mit der Krast f gezogen, so ihse man diese Krast in eine mit AB parallele EG, und in eine auf diese senkrechte FG auf. Ik num der Winkel FEG = n, so wird die Krast nach

EG = f cos. n, und die nach GF = f. sin. n. Da nun durch die erstre Krasse das gauge relative Ges wicht der Last nehst der Reibung überwältigt wers den muß, und der Druck durch die zwente Krast um f. sin. n, also die Reibung um  $\frac{1}{r}$  f. sin. n vermins dert wird, se ums f. cos. n = P. (sin. m +  $\frac{1}{r}$  cos. m) —  $\frac{1}{r}$  f. sin. n; also f = P (sin. m +  $\frac{1}{r}$  cos. m): (cos. n +  $\frac{1}{r}$  sin. n) son.

Es find aber P und m beftandige Großen, gegen n muß man als peranderlich aufehn. nun ju finden, welche Große der Winkel n baben muß, wenn P mit dem größten Bortheil gezogen werden foll, wellen wir cos.  $n + \frac{1}{r} \sin n = z$  und cos. n = x fegen, fo wisd  $z = x + \frac{x}{r} \dot{V}(x - x^2)$ . If x = 0, so wird  $z = \frac{1}{2}$ ; iff x = 1, so wird z = 1; ift aber x = V(1 - r2) als größer als o, und fleiner als 1, weil r'immer fleiner als 1 iff; so wird z = V(1-r4) + 1, also großen, als 1, und als 1. Es muß also z, indem x alls mablich macht, ebenfalls Anfangs machfen, bernach aber wieder abnehmen, und daber, ber frgeitd einem mittleren Werthe bon x, am größten fenn. Differengial von z muß alfo Anfangs pofitiv fenn, Betnach aber negativ, alfo porber = o megden, und Diefen tegeren Merch haben, indem p ein Gräßtes

ist. Es ist aber  $dz = dx - \frac{x dx}{r V(1 - x^2)}$ . Sest man nun dz = 0, so wird  $r V(1 - x^2) = x$  oder r. sin.  $n = \cos$ . n. Also ist z am größten, wenn es  $= \frac{r+1}{r}$  sin. n lst. Wenn aber z am größten ist, so wird die Araft fam klomsten, Daber wird die last am vortheilhaftesten gezogen, wenn der Wintel n die Größe hat, daß r. sin.  $n = \cos$ . n, also sin.  $n = \frac{1}{V(1 + r^2)}$  ist. Ist. r = 3, so wird sin.  $n = \frac{1}{V(1 + r^2)}$  o, 3162 und  $n = 18^\circ$  26'; ist aber r = 6, so wird sin.  $n = \frac{1}{V37}$ 

3. Man hat gefunden, daß ein Pferd, ohne fich übermäßig anzustrengen, ein Gewicht von 175 Frans zößischen Pfunden, mit einer ausehnlichen Seschwins digkeit, aus der Tiese herausziehn kann. Nun rechts met man ben Befrachtung der Wagen, auf gutem und ebnem Wege, gewöhnlich 1000 Pfund auf jes des Pferd, wenn die Pferde aufs vortheilhafteste ziehn. Also kann man die Reibung eines Wagens auf 1803, oder bennahe 5 des Drucks, rechnen.

4. Da, wie ich gezeigt habe, sin.  $n = \frac{1}{V(1+r^2)}$  fepn muß, so wird, wenn r = s ist, sin.  $n = \frac{1}{V26}$  = 0,1961, also  $n = 11^\circ$  18'.

5. Es fiellen Die Drep Rreise (Fig. 167) ben Umfang eines Rades, seines Drillings und seines

Zapfens vor. : Am Umfange bed Drillinge fer die tak Q, nach ber Michtung ber Caugente A.B, in A ans Sie perhalten fich tu bem Gewichte P bes gangen Rades, wie die mit AB parallele Liniz CD, an ber lothrechten CF. Man befchreibe das Barals lelogramm CDEF, fo fielt die Diagonale deffelben CE die Richtung und Große bes aus beiden Rraften Q und P. entftebenden Drucks auf den Bapfen vor. Man verlängre EC in G und giebe, ben Durchmeffer HCK sentrecht auf GE; so ift flat, des die Rrast, durch welche das Rad an feinem Umfange, ber Richs tung ber Laft entgegen, gejogen wird, in K angebracht werden muß, wenn die Reibung am Zopfen fr flein fenn foll als miglic. Deen wenn in K bas Red nach der Tangente KL gezogen wird, fo ift KL Dem Drucke CE gerade entgegengefist, aus meldem die Reibung entsteht. Sie vernaludert ihn alfo fo Mochte man bingegen bas Rab viel als méglics. in H nach den Langente, HI giebn, fo marbe man den Druct CE, und die Reibung, so wiel als mass lich, verfarten. Es ift alfe H der nachtheiliafte Det fur die Rraft. Un affen übrigen Dunkten bes Umfanges bes Rades mußte man die Rraft, und CE burd ein Parallelogramm jufammenfegen; und fo fieht man beutlich, daß die Rraft den Druck auf ben Bapfen nirgend fo febr, ale in K, berminderny aber and nirgend fo febr, als in H, verftarten fann.

<sup>6,</sup> Um diese Sache: durch ein Bepspiet zu erläus tern, sen EF (Fig. 93) eine fleine Scheibe durchaus von gleicher Dicke mit einer dunnen turgen Welle AB, und feinen ftabletnen Zapfen versehn. Um die Welle gehe ein feiner biegfamer Faben, an wols dem ein Gewicht P hangt, das die Scheibe herums dreht, indem es herabsinkt. Wir konnen ohne merks

liden Jerthum bier Scheibe, Welle und Japfen jus fammennehmen, und uns die gange Maffe vollig gleichformig durch EF verthellt vorftellen: uun CE = a und irgend ein Theil von CA, als CG, = x, fo muß man fich durch G, mit bem Salbmeffer CG einen Rreis befdrieben werftellen, deffen Umfang 2px fenn wird, wenn p: I das Berbaltniß des Umfanges jum Durchmeffer ift. Alfo wird 2pxdx ein unendlich fleiner freisformiger Streifen vom Salbmeffer x, und 2px3dx das Maffenmoment beffelben, weit wir, ba wir die Scheibe gleichartig und allenthalben gleich bick annehmen, auch Die Raffe bes Streifen burch apxdx ausbracten tonnen. Es ift alfo bas Daffenmament ber gans jen Scheibe = 1 pa4, und da die Maffe M der gangen Scheibe durch pa' angebeutot wieb, fo if pa4 = 3 Ma . Man fann fich alfo die bab be Maffe der Scheibt in E. und forigens Die gange Scheibe als immateriell gebenten. Denn daß die Schwere Der Scheibe hier in gat teine Be trachtung fommt, fiebt man febr leicht baraus, weil fie in ihrem Schwerpunfte aufgebangen ift.

Keine andre Totalfraft ist hier, welche alles in Bewegung sett, als das Sewicht P, und von diesem muß man noch dazu ein Sewicht habziehn, welches in A, in der Entfernung CA = b von C, mit der Reibung an den Zapsen im Sleichges wichte ist. Will man nun auch die Rasse der Scheibe nach A hindringen, so muß man daselbst die Rasse hinseingen, und aus E die Masse der der Wasse Massen. Die Masse P des Sewichts ist ebenfalls so anzusehn, als wenn sie in A wäre.

Alfo muß man P-h mit Ma2 + P dividiren, um die Elementarfraft f in A ju finden.

Da wir nun voraussetzen, daß die Kraft f gleichts förmig ist, so wird, wenn durch sie in der Zeit t die Geschwindigkeit c erzeugt und der bewegte Körper durch den Kaum s getrieben wird, 2gtf = c, und ct = 2s, also  $2gt^*f = s$  und  $t = \frac{s}{gf}$  ins dem g den Kaum bedeutet, durch welchen ein schwes zer Punkt im leeren Kaume in einer Sekunde fällt (26 Brief 1 Anm.)

Schober hat mit einer Scheibe von Soli, fo wie ich fie bier beschrieben habe, Berfnche gemacht. mong mit Welle und Zapfen 106 foth. meffer der Scheibe bielt 0,44 und der Salbmeffer der Belle 0,045 Pariser Rug. Un der Belle bing ein Sewicht, das bald schwerer bald leichter mar; und durch befondre Berfuche hatte Schober gefunden, daß in A & goth ins Mittel nothig war, um das Reiben Alle-war M = 106,  $\frac{\pi}{L} = \frac{6}{6}$ zu überwinden. und h = 1. Das Gewicht P fant immer burch 40 Fuß, und zwar in 50" wenn es 6; und in 37" wenn Die beständige Babl Maa ift bier es 10 loth hielt. = 5067; P-h ift im ersten Falle 52, im zwepe ten 93 koth und diese Zahlen muß man mit 5067 + 53, und mit 5067 + 93 theilen. Go erhalt man  $f = \frac{1}{882}$  und  $f = \frac{1}{320}$ . Also wird t = v 8/2 f , im erften galle = 48€" im zwepten aber = 37 %. Go laffen fich auch bie übrigen Berfuche One Raturi, 4. 25, a. Abth.

des Schober berechnen, wo P größer oder fleiner war, und die Rechnung stimmt ziemlich genau mit der Erfahrung überein, ungeachtet Schober weder die Größe und Schwere der Welle und Zapfen besons ders angegeben, noch auch die Reibung für ein jedes Gewicht besonders erforscht hat.

Allein es war auch ben allen diesen Versuchen die Bewegung bes Gewichts gleichformig beschleunigt und die Reibung der Bewegung beständig, vielleicht weil Schober die Reibung und ihr Moment ungemein verskleinert hatte. Ben zusammengesetzen Maschinen und auch ben vielen einsachen sindet diese wesentliche Bedingung gar nicht Statt. Daher-läßt sich auf diese die angesührte Methode Zeit und Geschwindigskeit zu berechnen gar nicht anwenden, und sie hat überhaupt in der Ausübung nur einen sehr geringen Rugen.

## Sechzigster Brief.

Ben dem Stofe der Körper, den wir jest genauer und umftändlicher untersuchen wollen, kommt sehr viel auf die Lage der Oberstäche an, welche eigentlich gestoßen wird. Ift die Richtung der Bewegung des stoßenden Körpers auf diese Fläche senkrecht, so sagt man, der Stoß sen gerade; ist sie schief gegen die Fläche geneigt, so nennt man den Stoß schief. Im lesten Falle kann man die Bewegung, welche der kösende Körper hat, indem er einen ruhenden ber rührt, in zwen andre Bewegungen ausschen, deren die eine mit der Oberstäche des ruhenden im Berühr

rungepunfte (benn ich fete immer voraus, daß ber Stoß nur in Einem Punfte gefdieht) parallel, andre aber auf fie fenfrecht ift. Die erftre fann ber Aogende Rorper gang unberandert fortlegen, daß der rubende ibn im geringften baran bindert: Die lettre fann, fo bald bie Berabrung erfolgt, burchs aus nicht unverandert fortgefest werden. bloß diefe die eigentliche Bewegung des Stofes, beren Richtung burch ben Mittelpunkt ber Maffe bes geftofinen oder des ftoffenden Rorvers gebn muß, wenn ber Stof fur jenen ober fur Diefen Rorper gentral fenn foll. Die parallele Bewegung bins gegen wird burch ben Stof nicht im geringffen bers andert, und muß, fo wie fie bor bem Stofe mar, mit der fenfrechten burch ben Stoff veranderten Bes wegung wieder gusammengefest werben, wenn man-Die gauge Bewegung nach dem Stoffe haben will.

Bir wollen daber vorerft nur den geraden und gentralen Stoß fefter Rorper untersuchen, und beffe balb annehmen, daß die Rorper gleichartige Rugeln find, welche auf einander ftogen. Denn ben folden Rugeln ift der Stoß allemal zentral, weil fie fich ims mer nur in einem Punfte ftogen, und weil bier bie auf die gestofine Oberfiache fenfrechte Bewegung, alfo Die Bewegung bes Stofes, allemal nach ben Mittels punften der Rugeln jugeht. Rerner wollen wir ans nehmen, daß meder Reibung, noch Widerftand ber Luft, noch Schmere, noch irgend eine andre außere liche Urfache, Die Bemegung ber Rugeln verandert, weil es uns bloß um die Beranderung ju thun iff, Die vom Stoße felbft erzeugt wird. Außerdem mill ich and noch voraussegen, daß fich die Rigur ber Rugeln burch ben Stoß entweder gar nicht andert, oder daß wenigstens burch diese Aenderung nichts bon der Bewegung berloren geht.

Menn fic alfo zwen gleiche und gleichartige Rus geln fo bewegen, daß ihre Mittelpuntte in einer und ebenderfelben geraben Linie fortgebn, fo fibst eine Die andre, indem fie fie einholt und berührt, gerade und gentral. Die eine wirft alsbann in die andre eben fo, als wenn beibe jufammenbingen und nur eine Maffe ausmachten. Daber vertheilt fich Die gange Bewegung burd beibe Rugeln gleichformig, und beide gehn nach dem Stoße mit gleicher Befdwins digfeit nach einerlen Richtung fort, fo wie überhaupt die Bewegung, die man irgend einem Theile eines feften Rorpers nach einer durch den Mittelpunft feiner Maffe gebenden Richtung bepbringt, fich durch ben gangen Rorper gleichformig verbreitet. ohne eine außerliche Urfache feine neue Bewegung entftehn fann, und hier, wie wir vorausfegen, feine folde Urface borbanden ift, fo muß die Summe ber Bewegungen nach bem Stoffe noch immer eben fo groß fenn, als fie por bem Stofe mar. Satte also die eine Rugel von der Maffe M, indem fie die andre Augel ju berühren anfing, eine fortgebende Bewes gung von der Sefdwindigfeit C, und bie andre bon der Daffe m, eine abnitoe Bewegung nach bers felben Richtung von der Gefdwindigfeit c, ben beibe nach bem Stofe bie gemeinschaftliche Ges  $= \frac{MC + mc}{M + m}$  haben, weil MC schwindigkeit K : + mc = (M + m) K iff.

Seht die eine Kugel m nach der gerade entgegens gesehten Richtung, so darf man nur — c, anstatt + c, also K =  $\frac{MC - mc}{M + m}$  sehen. Ruht aber m, so ist c = o, und K =  $\frac{MC}{M + m}$ .

Man fann die Babrheit diefer Gefese des Ctofes, welche querft Ballis 1668 befannt gemacht bat, burch eine eigne Dafchine, die man die Stofmafchine nennt, finnlich machen. Es bangen an ibr vers fciedne gleichartige Rugeln an feinen und langen Raden, Die einander berühren. Man bebt aisbanu eine Rugel bis ju einer gewiffen Dobe guf, ober auch beide; lage fie auf einander fallen, und bes mertt, wie boch hierauf die Rugeln fteigen. Benn . A und B (Kig. 94) swen folche Augeln, und in C und O aufgehangen find, fo hat die Rugel A, wenn man fie bis D aufhebt, und DF eine magrechte Sinie ift, indem fie in A antommt, wegen ibrer Sowere, eine ber Sobe FA gutommende Gefdwins Digfeit. Mit Diefer ftoft fie auf Die Rugel B gentral. Deben fic nun bierauf nach bem Stoffe beibe Rue geln bis E, und ift E G wieder eine magrechte Linie, fo fommt die Geschwindigfeit nach dem Stoffe ber Sobe GB gu. Sind g. B. beibe Rugeln, alfo auch M und m, einander gleich, und B ruht vor dem Stofe, fo wird K = &C, und baber muß in dies fem Kalle AF = 4BG fenn, weil fic die Soben allemal, wie die Quadrate der ju ihnen geborigen Sefdwindigleiten, verhalten.

Die Maschine hat gewöhnlich eine eigne Eins richtung, um die hiben FA, GB leicht zu messen. Sie muß aber auch so eingerichtet sepn, daß die Bogen DA, BE, davon jener aus dem Mittels punkte C, dieser aus O, beschrieben ist, getrennt sind, und so weit aus einander gerückt werden konnen, als die Mittelpunkte der Rugeln von einander abstehn. Ben sehr kleinen Bogen kann man annehe men, daß diese selbst sich wie die Seschwindigkeiten verhalten. Denn (fig. 34) AD ist: AE = AF2 AD, also AD2 = AE.AF, und es verhält sich

daber, weil AF eine beständige Linie iff, die Cebne AD, die ben einem febr fleinen Bogen von Diefem nicht merklich verschieden ift, wie VAE; (Rig. 94) Die Bogen AD und BE verhalten fic. wenn fie febr flein find, wie VAF: VGB, alfo wie die Gefdwindigfeiten ber Rugeln benm Stofe. Man darf daber in diefem Ralle nur jufebu, um wie viele Grade Die Rugeln bor bem Stofe gehoben und um wie viele Grade fie nach dem morden. Stofe geftiegen find. Denn in bem Berbaltniffe Diefer Grade find auch ibre Gefdwindigfeiten. Ran fann fic aber Diefer Art ber Schabung nur ben fleis nen Bogen von bochftens bis gegen 10 Graden ber bienen; ben größern wird fie merflich unrichtig.

Benn die beiden Rugeln A und B von weichem Thone find, fo verandern fie ihre Gefchwindigfelt burch ben Stoß vollig nach bem borbin erflatten ungeachtet fie jugleich etwas abgeplattet Denn alle Rorper, felbft die barteften, werden an der Stelle, mo fie fich ftogen, abgeplattet. Wenn Gie eine fteinerne febr barte Rugel auf einen mit Del febr bunn überftrichnen Marmortifc fenfrecht fallen laffen, fo werben Gie feben, baß fie allezeit, indem fie abfpringt, in bem leberjuge von Del einen runden fleden jurudlaßt, ber um befto großer ift, je großer Die Sobe mar, von welcher fie berabfiel. alfo an der Stelle, mit welcher fie den Tifch bes rubrte, durch den Stoß abgeplattet worden, weil fie ibn nur in einem Bunfte, und nicht in einem Rreife, berührt haben murde, wenn fie vollfommen fugelformig geblieben mare. Aber die Korper ver halten fic ben diefer Zusammendrückung auf febr verfchiedne Art. Ginige, wie der weiche Thon, lafe fen ihre Rigur fast ohne ben geringften mertlichen Widerstand verändern, und nehmen fie auch nicht

wieder von felbst an; andre widerfiehn ber Berans Derung, befonders wenn fie fart ift, mit einer bes trachtlichen Gewalt, fegen fich aber nicht von felbft wieder in ihre vorige Geffalt gurud; noch andre widerftebn jeder Beranderung, und nehmen ihre porige Geftalt von selbst wieder an, so bald ber Stof ober Drud aufbort. Die erstern find unelas fisch und weich : Die zwenten unelaftisch und bart : Die dritten find elaftifc. Ben bem erfern gebt nichts merfliches von ber Bewegung verloren, und babet fchicien fic weiche Thonfugeln, als welche gang uns elaftifch find, am beften ju ben Berfuchen, durch welche man die Gefese bes Stoffes finnlich darftellt, Die ich Abnen erflart babe. Uebrigens tonnen fos wohl elaftische als unenlaftische Rorper weich oder bart fenn, bas beißt : bem Drucke unfrer Sand ents weder nachgeben ober widerfiebn.

Daß ein jeder Rorper ben dem Stofe feine Ges Balt verandert, fommt blog baber, weil die Bewes gung allomal eine gewiffe Beit braucht, um fich durch einen gangen Rorper gu verbreiten, oder aus ibm Menn 1. B. eine Rugel (Sig. 95) mit au perlieren. einer gemiffen Gefchwindigfeit auf den Biderfand AB gerade auffidft, und ibn querft in C berührt; fo verliert der Punkt C gleich Anfangs alle Bewegung, Die übrigen Puntte der Rugel hingegen bewegen fich noch immer nach ihrer vorigen Richtung, gleich nur durch eine febr fleine Beit. Daber nimmt Die Angel Die abgeplattete Bestalt EGF an. fo erhalt, wenn man die rubende Rugel in C floffe, querft diefer Bunft die Bewegnng, und ruct alfo etwas vorwärts in die Rugel, ehe noch ihre übrige Theile fortzugebn anfangen. . Daber muß die Rugel nothwendig ebenfalls in der Gegend, wo fie geftogen wird, abgeplattet merden.

Rehmen Sie an, daß die nach der Aichtung HC gerade und jentral aufflogende Rugel vollfome men elaftifc, die Ebne AB aber vollfommen uns biegfam ift, fo wird ber Bunft C gang obne Bemes gung fenn, mabrend daß der oberfte Bunft der Rugel D. noch durch DG gebt. So bald aber C feine Bewegung gang verliert, und bas gefdiebt gleich im Anfange des Stofes, fangt Die Beffalt der Rugel fich ju verandern und ihre Claftigitat wirffam ju werben an. Durch die Reberfraft ber Augel, welche um befto mehr junimmt, je mehr fic D bem Bunfte G nabert, wird die Bewegung durch DG immer mehr verzögert, und endlich in einer gewiffen Zeit t, wenn D in G anfommt, ganglich vernichtet. If alfo die Augel vollfommen elaftifc, fo nimmt fie nnumehr ihre vorige Sekalt eben fo fonell volltome men wieder an, als fie fie durch den Stof verlor. Da diefes aber nicht anders geschehen tann, als ins bem fic D wieder bon bem Buntte G entfernt, fo wird nunmehr D in eben derfelben Beit t wieder von G mit beschleunigter Bewegung nach feinem vorigen Orte jurudaetrieben, und bat in bemfelben eine eben fo große Gefdwindigfeit nad H ju, als er vor bem Stoffe, nach C ju, batte. Gine abnliche Bers anderung geht in allen übrigen Punften der Rugel burd ibre Claffigitat bor. Alfo fpringt die gange Rugel nach dem Stofe, nach ber Richtung CH. mit berfeiben Gefdwindigfeit jurud, mit welcher fie, nach der gerade entgegongefesten Richtung HC, auf AB aufgeftogen mar.

Aus diesem einzigen Sate laffen fic alle Gesete bes Stofes vollommen elaftischer Rorper herleiten, und Sie werden, wie ich glaube, wenige Schwieseit finden, fich von seiner Richtigkeit zu übers zeugen. Ware ber Körper AB weich ober biegsam,

so wurde die Rugel wenig ober gar nicht jufame mengebruckt werden, und nach ber Busammenbrus dung fich gegen I ausdehnen. Da wir aber AB gang unbiegfam annehmen, fo muß nicht nur dit . Bestalt der Angel durch ben Stoß fich febr merte. lich andern, fondern auch die gange elaftische Rraft Derfelben gegen C H gerichtet werden, weil Die Rugel fich auf feine andre Art wieder berftellen fann, als indem fle fich wieder eben fo fart erbebt. als fie jufammengefunten mar. Da überdiefes die Rugel volltommen elaftifch ift, fo muß fle mit einer eben fo großen Rraft fich wiederherftellen, als Die war, durch welche ibre Geftalt verandert murde: Das beift: mit einer Rraft, burd welche in bet Beit t die gange Bewegung bes Stoffes ber Rugel pernichtet, alfo auch eine gleiche Bewegung wieder erzeugt werben fann.

Wenn also zwen gleiche vollkommen elastische. Rugeln mit gleichen Geschwindigfeiten gerade und gentral in C jufammenftogen, fo merben, mabrend Des gangen Stofes, ihre Theilden in C eben fo unbeweglich an einander bleiben, als wenn eine vollig unbiegsame Chne AB zwifchen beiden Rugeln mare; aber Die außerften Punfte D und I werben fich gegen einander bewegen. Denn es ift gar tein Grund da, weßhalb die Theilden ben C, nach D ober nach I ju, ausweichen follten, ba von beiben Seiten vollig gleiche und gerade entgegengesette Bewegungen borhanden find. Alfo werden beide Rugeln' nach bem Stoffe mit benfelben Gefdwins digfeiten von einander jurucfpringen, mit welchen fie auf einauber fließen. Und diefes muß auch . noch Statt finden, wenn die Rugeln ungleich, aber ihre Bewegungen gleich groß find. Wenn 1. B. die eine die Maffe M und die Beschwindigfeit c,

die andre aber die Maffe m und die Geschwins digleit C hat, und Mc = m C ift. Denn auch im diesem Falle find die beiden gerade entgegengesetzten Bewegungen bep C einander völlig gleich, und die sich daselbst berührenden Theilchen können weder nach D noch nach I zu ausweichen.

Fällt daser der Schwerpunkt ober der Mittels punkt der Masse zweper vollsommen elastischer Rugeln A und B (Fig. 96) in C, und ist die Ses schwindigseit der Masse A=AC, der Masse.B=BC, so müssen beide, wenn sie mit diesen Seschwinz digseiten gerade und zentral zusammenstoßen, mit denselben Seschwindigseiten von einander zurücks springen, nämlich A mit der Seschwindigseit AC, und B mit BC. Denn es ist, weil der Schwerpunkt beider Massen in C fällt, A:B=BC:AC und A.AC=B.BC. Die Bewegungen, mit welchen die Rugeln zusammenstoßen, sind also einander gleich.

## Ein und fechzigfter Brief.

Nunmehr können Sie leicht das Sefen des Stoffes vollfommen elastischer Körper im Allgemeinen über sehn. Es sep überhaupt ben dem geraden und zens tralen Stoffe vollsommen elastischer Augeln die Masse der einen A (Fig. 96), ihre Geschwindigseit AD; die Masse der andern B und ihre Seschwindigseit BD,. C aber der Mittelpunkt beider Massen und CE = CD; so wird EA die Richtung und Seschwing digseit der Masse A, und EB die Richtung und

Seschwindigkeit der Masse B nach dem Stosse sepn. Denn stellen Sie sich beide Augeln auf einer Sbue vor, die mit der Seschwindigkeit DC von B nach A sortgeht, so hat A auf dieser Sbue die Seschwindigkeit AD—DC=AC, und B die Seschwindigkeit BD+DC=BC. Indem also beide Augeln auf der Ebne gerade und zentral an einander stossen, erhält A auf ihr die Seschwindigkeit CA, B aber CB. Die gemeinschaftliche Seschwindigkeit der Sbue wird durch den Stoss gar nicht geändert, und es hat also nach dem Stosse A überhaupt die Seschwindigkeit CA—DC=EA, und B die Seschwindigkeit CB+CE=EB.

Diefe Regel ift gang allgemein, und gilt auch alsbann, wenn beibe Rugeln vor dem Stofe nach einerlen Richtung gehn, oder wenn eine rubt. erften Kalle fallt D nicht swischen A und B. fondern uber B ober A binaus. 3m letten Kalle, wenn 4. B. B vor dem Stofe rubt, liegt D in B. Gind nun beide Maffen einander gleich, alfo AC = CB, fo faut E in A. Alfo ift por dem Stofe die Ges fowindigfeit der Maffe A = AB, nach dem Stofe aber rubt fie: und B rubt vor bem Stofe, nach ibm aber ift ibre Nichtung und Geschwindigfeit AB fo groß als die Befdwindigfeit ber ftogenden Maffe vor dem Stofe mar. Sind daber A und B (Rig. 04) zwen gleiche elfenbeinerne Rugeln, und laft man A 1. B. burch bren Grade auf B beruntere fallen, fo rubt A' nach dem Stofe, B aber wird um dren Grade heraufgetrieben. Sången aber mehrere gleiche elaftische Rugeln, wie A und B, weben eins ander, und man lags die erfte mit einer gemiffen Seschwindigfeit auf die zwente fallen, fo fpringt bloß die lette Rugel mit berfelben Sefchwindigfeit ab, und die übrigen alle bleiben gang rubig. Co fann man auch die übrigen Fälle des Stofies elastischer Abrper durch die Stofimaschine finnlich darstellen. 2

Ift die ruhende Angel kleiner als die stoßende, ist j. B. B =  $\frac{1}{n}$  A und n größer als 1, so wied and BC = n.AC = EC, also die Seschwindigkeit der Rugel B nach dem Stoße = BC + EC = 2 n AC, also größer als die Seschwindigkeit AD = AC + CD = (n + 1) AC vor dem Stoße war. Hängen daher mehrere Augeln ueben einander, die immer kleiner und kleiner werden, und man lästedie erste und größte auf die zwente fallen, so springt die letze und kleinste mit einer ungleich größern Schnels ligkeit ab, als die war, mit welcher die erste auf die zwente stieß.

Maren Die jufammenftogenben Rugeln nicht elaftifc, fo murbe bie Summe ihrer Bewegungen vor dem Stoffe A . AD-B . BD = A . AC+ A.CD-B.BC+B.CD=A.CD+B.CDfolglich die gemeinschaftliche Gefdwindigkeit nach dem Stoffe K = CD fenn \*), weil A . AC = B . BC ift. Der Unterschied ber Geschwindigfeiten vor und nach bem Stoffe ift alfo alsbann in ber Daffe A = AD—CD, and in B=BD+CD, well CD als negativ gegen die Bewegung BD angefeben were ben muß. Sind aber Die Luceln volltommen elaftifd, fo ift ber Unterschied ber Gefdwindigfeiten por und nach dem Stoffe, in A, = AD + AE, weil AB gegen AD als negativ amufehn ift, = AD + AD -2 CD = 2 AD - 2 CD, und in B = BD + BE = 2BD + 2CD, also in beiden Maffen depe-

<sup>\*)</sup> Wan febe ben neun und funfgigften Brief.

pelt fo groß als fie fenn marbe, wenn die Augeln gar nicht elastisch wären. 4

Die Gefete Des Stoffes elaftifder Rorver find querft 1668 ben Werenn in England und faft ins gleich von hungens in holland entbedt, worden. Der lettre zeigte noch aberdiefes 1660, daß die Summe ber Bewegungen, auf einerlen Richtung reduziert, burd biefen Stof gar nicht veranbert werbe. Sie erhalten namlich diefe Summe, wenn Sie die gemeinschaftliche Geschwindigfeit der Conc. auf welcher mir ben Stof beider Rugeln uns vors ftellen, mit ber Summe ibrer Daffen bermehren, und Diefe bleibt, wie Sie leicht feben, vor und nach dem Stofe, von gleicher Grofe. Rerner bes wies Dungens, daß die Summe der Produfte aus Den Maffen in Die Quabrate ibrer Gefchwindige feiten fich burch ben Stoß nicht verandre. ift nämlich diese Summe vor dem Stoße = A (AC+CD) s+B (BC - CD) und nach dem Stofe = A (A C-CD) + B. (BC + CD) well CD = CE ift. Da nun 2AC. CD. A-2 BC.CD.B ober 2 CD (A.AC-B.BC) = 0 if, weil A . AC = B . BC ift, fo begreifen Sie leicht, daß' beide Summen einander gleich find. Nede namiich ift = A (A C 2 + C D 2) + B. (BC + CD 2). Der Schwerpunft aber beider elastischer Massen C rubt entweder vor und nach bem Stofe, ober er bat blog die Bewegung ber Chne, auf welcher fic bie Rugeln ftogen, und bebalt alfo auch nach bem Stofe die Bewegung gang unverändert ben, die er bor dem Stofe batte.

Rehmen Sie nunmehr an, die eine Raffe B rube, und sep gegen die andre A unendlich groß; so fallen D, C und E in den Puntt B, deffen Rasse unendlich groß ift, die Geschwindigkeit aber und

Richtung der Maffe A ift vor dem Stofe = AB. Alfo ruht B auch nach dem Stofe, weil EB=0 ift, A aber bat nach bem Stofe Die Befchwindige feit und Richtung E A = B A. Folglich fpringt Die Angel A mit derfelben Gefdwindigfeit, mit wels . der fie auf B fließ, nach ber gerade entgegenges festen Richtung von B jurud; und Diefes muß alles zeit Statt finden, wenn ein vollfommen elaftifder Rorper auf einen elaftifchen Theil ber Erdmaffe, ober auf einen mit ber Erbe feft genug verbunds nen elaftifden Rorper gerabe und gentral ftoft. Denn Die Maffe der Erde ift, in Ansehung der Maffe aller andern irdifden Rorper, unendlich groß, und lagt fich begbalb burch feinen Stoß berfelben im geringften merflich bewegen. Defibalb nennen wir auch alle Rorper unbeweglich, wenn fle mit ber Erbe fo genau verbunden find, bag fie jede empfangue Bewegung ber gangen Daffe Der Erbe mittheilen, und alfo fic als Theile Dies fer Daffe verhalten.

Wenn daher eine elastische Augel D (Fig. 97) auf die Oberstäche AB eines unbeweglichen und elastischen Körpers schief nach der Richtung DC ausstähe, und CE auf jene Oberstäche in C senkrecht ist, so können Sie durch das Rechteck DECA die Bewegung der Augel DG in die zwen Bewegungen DE und DA auslösen. Jene wird durch den Stoß gar nicht geändert, weil sie mit AB parallel ist, und bloß diese, DA oder EC, ist die Bewegung des Stoßes. Sie wird durch den Stoß, wie Sie gesehn haben, in die Bewegung CE vers wandelt, und da die andre Bewegung DE ganz unverändert bleibt, so hat die Augel, wenn Sie CB — DE machen, nach dem Stoße die beiden Bewegungen CE und CB. Sie bewegt sich also

in der Diagonale CF des Rechteces EB, und springt unter einem Winkel ECF zuruck, der dem Winkel DCE gleich ift, unter welchem fle ausstieß. Daber springen kleine elastische Augeln auch von metallnen Spiegeln eben so ab, wie das kicht zus rückgeworsen wird. Sind aber die beiden zusams menstoßenden Abrer nur sehr unvollsommen elastisch, so ist BF nie so groß als DA, und der Winkel FCB ist merklich kleiner als DCA.

Oft wird ber eine ober ber andre von ben aufammenftogenden Rorpern burch den Stoß gere brochen ober gerriffen. Er widerfieht albann bem andern mit ber gangen Rraft feines Bufammenbans ges, und fomacht oder vernichtet bie Bewegung beffelben, ohne daß fich in ibm, außer ben unmits telbar geftofinen Theilen, die mitgetheilte Bewesgung weiter verbreiten fann. So gerbricht ein Sabrieug, welches ber Sturm auf eine Rlippe wirft, weil die Rraft bes Stofes größer ift, als Die des Zusammenhanges der Theile des Kabrieugs. Wenn eine Bombe in weiche Erde oder in Diff fabrt, fo verliert fie ihre gange Dacht ju fcaben, und ihre Bewegung. Sie wuhlt ein Loch in ben Boden, reißt feine Theile auseinander, und ihre Gefdwindigfeit wird, indem fie eindringt, allmabe lich immer mehr geschwächt. Bleibt ber Bibers ftand eines Rorpers, in welchen eine Rugel eine bringt, immer gleich groß, ift alfo die Rraft, durch welche er die Bewegung ber Augel fdwacht, fo wie die Kraft der Schwere ben einem lothrecht auffleigenden Rorper, immer gleichformig, fo wird Die Bewegung der eindringenden Angel gleichfors mig veridgert. Daber verhalten fich alsbann die Diefen der Locher, welche Diefelbe Augel in derfels ben Materie macht, wenn fie mit verfdiednen

Gefdwindigfeiten auf fie fibft, wie die Quadrate Diefer Befdwindigfeiten. Denn auch die Soben, auf welche fowere Rorper fleigen, Die man lothe recht heraufwirft, verhalten fich wie die Quadrate ber Burfsaefdwindigfeiten. Diefer Rall findet bermoge ber Erfabrung, Statt, wenn man fleine Rugel aus verschiednen, aber fleinen Soben, auf recht weichen Thon fallen laft. Rimmt man ju Diefen Berfucen Rugeln von verfchiedner Große, aber von einerlen gleichartiger Materie, fo vers balten fich die Tiefen der loder, ben gleichen Soben Des Ralles, wie die Durchmeffer ber Rugeln. Denn Da bie Materie in jedem Punfte ber Rugel, ben fie berührt, gleich fart widersteht, so ift ihr Totals widerftand im Berbaltniffe ber berührenden glache. Diese aber verhält sich, da kleine Rugeln in sehe weiche Materien gang eindringen, wie das Quas drat des Durchmeffers der Rugel. Die Beweguns gen bingegen folder Rugeln verhalten fic, wenn fie mit gleichen Gefdwindigfeiten aufftogen, wie Die Maffen, ober wie die Burfel der Durchmeffer der Rugeln. Daber tommt es, daß eine größere Rugel, nach Berbaltnig ibres Durchmeffere, tiefer eindringt, als eine fleinere, che ihre gange Bewes gung vernichtet mirb.

Judeffen kann der Widerstand einer Materie nur alsdann, wenn sie, sehr weich ist, und eine kleine Augel sehr wenig tief in sie eindringt, immer gleich groß bleiben. In allen andern Fällen nimmt er mit der Tiefe zu, und die Materie wird durch die eindringende Augel um desto sester zusammens zedrückt, je tiefer sie eindringt. Daber sind auch zewöhnlich die Tiefen der Löcher, welche ebendies selbe Augel in dieselbe Materie mit verschiednen Geschwindigkeiten macht, in einem kleinern Berhalts

miffe als dem der Quadrate der Seschwindigkeiten. Wenn man eine kleine Rugel in feinen Sand oder Ziegelstand aus verschiednen Soben fallen läßt, vers halten sich die Tiefen der Löcher wie die Seschwins digkeiten selbst. Dieses beweiset, daß der Abiders fland dieser Materien mit der Tiefe der Löcher zwe mimmt, und zwar im Berhältnisse der Liefe.

Buweilen fibst ein Rorper auf einen andern, ber swar nicht gang unbeweglich, aber auch nicht gans beweglich ift, sondern fich nur als ein Pendel fowing gen fann, und diefer Rall verdient allerdings eine genauere Untersuchung. Denn man bedient fic eifere ner Bendel, an welche unten ein Dices Bret gefdraubt ift, um die Gefdwindigfeit der Klintentugeln aus bem Bogen ju bestimmen, burch welchen fie bas Pendel treiben, wenn fie auf bas Bret beffelben abgefcoffen ' werben. Sie bringen bis auf eine gewiffe Liefe in das Bret, und ungeachtet ber Biderftand des Bretes unfehlbar um befto mebr junimmt, je tiefer fie eindringen, fo fann Dennoch, da das Eindringen nur einen Augenblick dauert, und an der Art, wie der Widerftand fich nach und nach verandert, in der hauptsache nichts gelegen ift, fich eine gewiffe gleichformige Totals fraft R vorftellen, Die in Derfelben Zeit die gange Bewegung der abgefcofnen Augel vernichtet. Wenn man diefe mit bem Gewichte ober ber Daffe ber Augel theilt, fo brudt ber Quojient = Die gleichfore mige Elementarfraft aus, mit welcher Die Bewes gung der Rugel im Brete beribgert mird. nun CA (Rig. 168) ein foldes Pendel, C fein Aufhängepunft, B fein Schwerpunft, D fein Schwins gungepunft, und E ber Punft, in weichem Die Ru-

Dube Waterl. 4. 26. 9. Mbth.

gel das Pendel senkrecht auf CA trifft, so mußte man vorher in E eine Raffe M seben, deren Mos ment dem Massenmomente des ganzen Pendels gleich ware. Denn da Wirtung und Segenwirtung alles zeit einander gleich find, so ist auch die Totalkraft, womit der Punkt E durch die Rugel, die wir hier ebenfalls als einen Punkt ansehn können, forts

getrieben wird, = R, und  $\frac{R}{M}$  drudt die Elementars

fraft der Beschleunigung des Punkts E aus. Ift nun die Seschwindigkeit, womit die Angel aussicht, womit die Angel aussicht, wo die Angel aussicht, wo die Angel aussicht, wo der Bewegung vor dem Stoße, k aber die gemeinschaftliche Seschwindigkeit des Punkts E und der Augel nach dem Stoße, und man nimmt an, daß dieser Stoß dem Stoße uns elastischer Körper vollig abnlich ist, so wird k

 $\frac{pc}{M+p}$ . Wan findet hieraus zugleich den Punkt der größten Wirkung, von welchem ich bep einer andern Gelegenheit geredet habe; \*) daß namlich das Pendel die größte Winkelgeschwindigkeit von der Rugel erhalt, wenn der Punkt E so liegt, daß M=p ift. 7

Richtete sich der Stoß auf das Pendel nach den Stoßgeseßen vollsommen elastischer Körper, so würde die Seschwindigkeit k noch einmal so groß senn, als wir sie gesunden haben, da die Rugel durch ihre Federkraft, indem sie nach der Zusams mendrückung sich wieder herstellt, einen eben so großen Druck, als ben der Zusammendrückung auss üben würde. Nun ist das Blep zwar ziemlich weich und zeiget wenige Federkraft; allein dennoch ist es, so wenig als das Holz, ganz ohne dieselbe, und die

<sup>\*)</sup> Man febe den acht und vierzigften Brief.

Erfahrung lehrt, daß auch folche Körper, wie das Bley, wenn sie sehr starf jusammengedruckt werden, diese Rraft sehr merklich zeigen. Daber ist unfehle bar die Geschwindigseit k merklich größer, als wir sie gefunden haben, wenn gleich sie nicht doppelt so groß ist.

## Unmerfungen.

swenn in der volgen Formet A = B, die Ses schwindigkeit der stoßenden Rugel vor dem Stoße C, der gestoßnen C = 0 ist, so ist die Seschwins digkeit der erstern nach dem Stoße V = 0, und die der zwepten  $= \frac{2AC}{2A} = C$ . Hängen nun mehrere gleiche Rugeln neben einander, so stößt die erste auf die zwepte mit der Geschwindigkeit C und ruht hierauf. Die zwepte thut in Ansehung der drite

ten, diese, in Ansehung ber vierten u. f. w. daß selbe, bis endlich die lette mit der Geschwindigkeit C abspringt. Alles dieses geschieht so schnell hinter einander, daß man an den mittleren Rugein, die, wie ich vorausses, einander alle berühren, nicht die geringste Bewegung bemerkt.

3. Wenn eine elastische Augel A auf eine andre ruhende B mit der Seschwindigseit c stößt, so ers halt diese die Seschwindigseit  $v = \frac{2A \cdot C}{A+B}$ . Ist nun B = A, so wird A + B = 2A; und v = C. Ist größer als A, so wird v steiner, and ist v steiner, fo wird v größer als v.

Run ist überhaupt zu bemerken, wenn  $\frac{a}{x} + bx$   $= q \text{ ist, daß } q \text{ am fleinsten wird, wenn } \frac{a}{x} = bx,$ also  $q = \frac{2a}{x}$  oder = 2bx ist. Denn ist bx größer als  $\frac{a}{x}$ , so sen m größer als 1, und  $bx = \frac{ma}{x}$ . So wird  $q = \frac{(m+1)a}{x}$ , also größer als  $\frac{2a}{x}$ . Is  $\frac{a}{x}$ . She tleiner als  $\frac{a}{x}$ , so sen  $\frac{a}{x}$ , also wieder größer als  $\frac{a}{x}$ . So wird q = (m+1)bx, also wieder größer als  $\frac{a}{x}$ .

Rach diefer Bemerfung wollen wir wieder ju den Augeln guruckfehren, und und neben A und B noch eine dritte D gedenten, welche auch bor dem Stofe ruht. Diefe erhalt alfo, wenn B mit der Gefcwins

Digfeit vauf fie fibst, die Geschwindigfeit  $k = \frac{2BV}{B+D}$  $\frac{4A.B.C}{AB+B^{\circ}+AD+BD} = \frac{4AC}{A+B+\frac{AD}{B}+D'}$ Wenn wir nun A und D als Maffen von einer gewiss fen bostimmten Größe ausehn, und wir wollen wis fen, wie groß B fenn muffe, damit die Sefdwine Digleit k fo groß werde als moglich; fo muffen wir untersuchen, wenn  $B + \frac{A \cdot D}{B}$  fo flein als möglich Denn da A, D, und C bestimmte Größen find, fo wird k fo groß als moglich fepn, wenn in dem Bruche, der k bezeichnet, der Theil B  $+\frac{A.D}{B}$ Des Renners ein Rleinftes ift. 36 Babe aber eben gezeigt, daß er fo flein, alfo k fo groß als möglich ift, wenn  $B = \frac{A \cdot D}{R}$  oder  $B^a = A \cdot D$  ift, das heißt: wenn die Maffen A, B, D in eines fort geor metrifd proporgionirt find. Da nun diefes fur jede drep Maffen gilt, fo folgt, daß die Rugeln, Die einander berühren, eine geometrische Reibe machen muffen, wenn die Gefdwindigfeit, bon ber größten an bis jur fleinften, fo fart als moglic

4. Die meisten natürlichen Körper haben eine merkliche, wenn gleich unvollfommne, Clastigität. Einige, wie das Baffer, scheinen aft bloß deshalb wnelastisch zu senn, weil ihre Theischen sich so sehr schwer zusammendrücken laffen und jedem Drucke so leicht ausweichen konnen. Werden sie aber, es sen nun durch einen heftigen Stoß, oder auf andre Ett, fart genug zusammengedrückt, so zeigen sie

gunehmen foll.

eine febr ftarte Federfraft. Wahrscheinlich giebe es auch feste weiche Rorper, die hierin dem Waffer abnlich find. Es verandern aber alle unvolltoms men elastische Rorper ihre Seschwindigkeiten durch den Stoß mehr als die ganz unelastischen, und weniger als die volltommen elastischen.

- 5. Auf eine abnliche Art fann man jeden andern fchiefen Stoß behandeln, indem man die Bemes gungen ber Rorper geborig aufloft. Gefest 1. B. es ftoßen imen Billiardfugeln an einander. fie einander gleich find, fo berwechfeln fie ben dem geraden Stofe ihre Gefdwindigfeiten. Denn wenn A = B ift, fo erhalt die eine Augel, die vor bem Stofe die Gefdwindigfeit C hatte, Die Gefdwins bigfeit V = c; und die andre; welche c hatte, betommt v = C (1. Unm.). Stofen alfo folde Rugeln (Rig. 16.) nach ben Richtungen AB, FC fchief an einander, fo lofe man ihre Bewegungen burd Rechtecke, die man beschreibt, in AG, GB. und in FH, HC auf. , Blog die Bewegungen GB, HC find die eigentlichen Bewegungen bes Stofes, welche durch den Stoß verwechselt werden; AG und FH bleiben unverandert. Man mache alfo BI=CH, CK=BG, DI=AG, EK=FHund befchreibe Rechtecke swiften Diefen Linien; fo fieht man, daß die Rugel B nach BD. und C nach CE jurudfpringen muß, wenn beide jufammens ftoßen.
- 6. Es sey f der Widerstand der Materie, in welche eine Rugel, in der Zeit t, schon durch den Kaum s eingedrungen ist, und k die Geschwindigs keit, die er während dieser Zeit erzengt, also der Rugel geraubt hat; so ist 2 gfdt = dk und kdt = ds, also 2 gfds = kdk (26. Brief 1. Anm.). Ist nun f beständig von gleicher Größe,

und, r ber Salbmeffer der Rugel, fo perhalt fich die des Widerftandes beständig, wie r'f. aber: wie die Oberfläche der Rugel, welche die Mates Die Elementarfraft aber, durch welche alle Theilden der Rugel verzögert werden, erhalt man. wenn man die Edtalfraft des Widerftandes mit der Maffe der Rugel, oder mit r 5 theilt. Sie ift alfo  $=\frac{1}{r^{\delta}}=\frac{1}{r}$ . Daher wird 2 gfds =-rkdkund 2 gfs = C - Frks. Rennen wir nun die anfangliche Geschwindigfeit ber Rugel, mit welchen fe auf die Materie ftofit, c, so wird, wenn s = 0 if, C= zrk² und k=c. Es ist also C=zrc? und 2 gfs = frc - frk. Ift nun die Rugel fcon fo tief eingebrungen als fie fann, fo wird k = 0, und 2 gfs = ½ rc2. If also bep einer anbern abnitchen Rugel S, R und C das, was ben Diefers, vound c'war, so hat man Sis = RC2: rc2. If daher R = r, so wird S:s = C2:c2; ift C = c, fo mird S:s = R:r.

Wenn aber der Widerstand nicht beständig ist, sondern im Berhältnisse der Tiese zunimmt, so muß man ihn  $=\frac{fs}{r}$  sehen. Dadurch wird 2 gfs ds = -rk dk und  $gfs^2 = \frac{1}{2}rc^2 - \frac{1}{2}rk^2$ , also, wenn k = 0 ist,  $gfs^2 = \frac{1}{2}rc^2$ . Hier ist also  $S^2: s^2 = RC^2: rc^2$ , oder wenn R = r ist S: s = C: c.

7. Es sep CA = a, CB = b, CD = e, CE = f und das Gewicht des Pendels = P. Da man die Entsernung e des Schwingungspunkts vom Aushänsgepunkte erhält, wenn man das Massemmoment des ganzen Pendels Q mit b P theilt (46. Brief), so ist  $\frac{Q}{bP} = e$  und Q = b eP. Will man nun die

Da die Rugel in dem Pendel in E stecke, so vers andert sich dadurch der Schwingungspuhlt des Pens dels. Er fällt jest in F, und es ist CF = d = Q + pff Pb + pf (46. Brief). Die Seschwindigkeit K also dieses Punkts F, wird sich zu der Seschwindigs keit des Punkts E oder  $k = \frac{p \, cff}{b \, e \, P} + p \, ff$ , wie CF : CE oder wie d: kverhalten. Sie wird daher  $= \frac{p \, fc}{Pb + p \, f}$  Wenn aber diese Seschwindigkeit K des Punkts F zur Höhe A gehört, so ist  $A = \frac{K^2}{4g}$ . Folglich muß F sich bis zu dieser Höhe erheben, oder einen Bogen

beschreiben, dessen Quersinus  $dF = \frac{p^a f^a c^a}{4g(Pb + pf)^q}$ iff. Die Sehne aber dieses Vogens F Gist  $= V \cdot 2A \cdot d$ (59. Brief), weil d = CF, und A = dF ist. Run verhält sich die Sehne AH zu FG wie a : d. Daher the diese Sehne AH, die man unmittelbar ben den Bersuchen messen fann,  $= a \cdot \frac{2A}{d}$ .

## 3men und fechzigfter Brief.

Laffen Sie und nunmehr in das Gebiet der Sporaulif abergeben, wo man vorzüglich nothig bat, fich ben jedem Schritte, ben man thut, an die Erfabrung an halten, weil mit ber bloffen Theorie wenig ause zurichten ift, wenn man bie Bewegungen des Bafe fers und andrer abnlicher fluffiger Materien unters fuct. Benn ein etwas weites Gefäß mit einer engen Deffnung im Boben ober an ber Seite, burch gelins bes Zugießen immerfort auf einerlen Sobe voll Wafe fer erhalten wird, fo lebet die Erfahrung, daß das Baffer durch die Deffnung immer gleichformig auss Diefes findet nicht nur ben großen Baffers haltern und Teichen Statt, die an der Seite irgends wo einen Abfluß baben, fondern auch ben fleinen mit Baffer angefüllten Gefäßen, wenn fie nur allents balben inwendig viel weiter find als die Deffnung ift, Durch Die bas Baffer abfließt. Die jur Erzeugung und Unterhaltung biefes Ausfluffed nothige Rraft muß nothwendig gleichformig fenn, da immer in gleis

den Zeiten gleiche Bewegungen nach einerlen Richtung hervorgebracht werden. Es läßt sich aber zeigen, wenn irgend eine Aber von Basser durch einen Durchsschnitt von beständiger Größe e senfrecht und gleichs förmig, mit einer zur Sohe a gehörigen mittleren Gesschwindigkeit durchzeht, daß die zur Erzengung dies ser Bewegung nöthige Totalfrast dem Gewichte einer geraden Bassersäule, von der Grundsläche e und von der Höhe 2 a gleich ist.

Menn wir aber- die fleine Deffnung EF (Fig. 85) eines bis ju ber Sobe AC immer mit Baffer anges fullten weiten Gefages ACDB e nennen, fo feben Sie leicht, daß bloß der Druck Der lothrechten Bafe ferfaule GEFI die Bewegung bes unten durch EF ausfließenden Baffers erzeugen fann, da alles übrige Baffer durch ben feften Boden bes Befäßes getragen und unterftust wirb, alfo auch burch feine Somere feine Bewegung veranlaffen fann. Und: menn gleich auch bon den Seiten die Baffertbeilchen als auf ges neigten Rlachen in ber Deffnung EF jufammene laufen, fo fließen dagegen andre Theichen an ihre Stelle aus der Mitte nach den Seiten, und immer bleibt das gesammte Baffer um die Deffnung EF berum, bis an die Bande bes Sefages, vom Boden unterftugt, weil ich annehme, bag bas Gefäß immer boll bleibt. Da nun die Bafferfaule GEFI bie Grundflace e und die Sobe AC bat, so scheint es, daß das Waffer, wenn es fenfrecht burch E.F fließt, eine zu der Sobe & A C gehorige Gefdwindigfeit haben follte. Allein man muß dagegen ermagen, daß ber gleichformige Ausfluß bes Baffers allemal nothwendig auch einen gleichformigen Eins fluß, alfo eine außere von dem Dructe des Baffers im Gefäße gang uwabhangige gleichformige Rraft vore aussent, burd melde bas Gefaß immer voll erbalten

wird, und daß diese äußere Reaft dem Drucke den Wasstusse immer gleich bleiben muß. Daher muß man von der ganzen zur Unterhaltung der gleichsormis gen Bewegung des Wassers nothwendigen Lotalkraft 2a. e die halfte auf den Einstuß, und bloß die andre halfte auf den Ausstußt rechnen. Da nun diese lettere der Wassersaule GEFI gleich ist, so folgt, daß AC oder GE = a, oder diesenige hobe ist, der die Geschwindigkeit des Wassers in EF zusommt, wenn es durch diese Dessaug senkrecht durchsteßt.

Man stellt sich zuweilen ein unendlich großes Ges
fåß mit einer kleinen Deffnung vor; und nach dieser
Boraussezung hatte man freplich nicht nothig immer Baffer zuzugießen. Aber auch alsdann mußte das Waffer in der Oberstäche von allen Seiten nach der Gegend hin stießen, unter welcher sich die Deffnung befindet, wenn hier das Baffer immer gleich hoch bleiben sollte; und diese Bewegung erforderte, wenn gleich sie ganz unmerklich wäre, eine besondre Kraft, die als eine äußere Kraft angesehn werden mußte, da sie von dem Drucke der Waffersäule über der Deffnung ganz unachhäugig wäre.

Wenn die Definung EF etwas beträchtlich ist, so erhalt das Wasser nicht gleich benm ersten Ansange seines Ausstusses seine völlige Seschwindigkeit, sons dern die Gewegung wird Ansangs beschleunigt, bis sie nach einer kurzen Zeit ihre größte Geschwindigkeit erreicht und diese hernach unverändert benbehält. Ueberdieses drängt sich das Wasser im Gesäse von allen Seiten nach der Dessung des Bodens und geht nach schiefen Richtungen durch ihn. Daher zieht sich die aus dem Sesäse tretende Wasserader, wenn der Boden des Sesäses dunn ist, zusammen, wie EMNF (Kig. 86) und wird in einer gewissen Ente

fernung von der Deffunng EF am dunnften. Dacht man bier einen auf die Are der Bafferader OP fents rechten Durchschnitt MN, so nennt man biefen ben Durdiconitt ber jufammengejognen Baf ferader. Seine Entfernung von der Deffnung OP ift gewöhnlich der halben Breite ber Deffnung E O, oder & von ibr, gleich, und er felbft verhalt fich, vermoge ber Erfahrung, ju ber Deffnung, feinem gangen Blacheninhalte nach, faft wie 2:3, juweilen ift er auch etwas fleiner. Man muß ihn als die eigentliche Deffnung bes Gefäßes anfebn, burd weis de die Bafferader fenfrecht flieft. Denn in Der Deffnung EF haben die Baffertheilden febr . vers fciedne Richtungen, woraus man fiebt, baf biefe Deffnung nicht gang boll Baffer ift, fonbern leere Zwischenraume hat, welche daber entstehn, daß bie auf verfchiebne Art bewegten Baffertheile fich von einandet trennen und foerciffen.

Uebrigens ist die Zusammenziehung der Wasseraber nicht etwas bioß Zusätliges, sondern etwas Wesents liches ben dem Ausstusse des Wassers, es mag die die Dessung in dem Haden oder in einer Wand des Gefäßes sen, und das Wasser lothrecht oder mags recht oder nach einansschiefen Richtung ausstießen, wenn nur die Dessung, oder vielmehr die Wand oder der Boden, in der Segend der Dessung dann, ist. Fließt das Wasser lothrecht aus dem Gefäse, so ist der Durchschuitt der zusammengezognen Wassers ader der Dessung des Gefäßes ähnlich; sließt es aber seitwärts nach einer wagrechten oder schwesen Richtung aus, so ist jener Durchschnitt der Dessung nicht nur unähnlich, sondern überhaupt unregelmäßig begrenzt.

In dem Durchschnitte der jusammengejognen Aber follte also das Baffer eine der gangen Sobe AC

(Big. 85) jugeborige Gefdwindigfeit haben. findet aber feine Befdwindigfeit dafelbft allemal wenigstens um I fleiner; welches man theils ber Reibung, theils bem Biderftande der Luft, theils and vielleicht andern Urfachen, jufdreiben muß. Benn man berechnet, wie vieles Baffer aus bem Bes fage fliegen mußte, wenn baffelbe in EF die gange Der Dobe AC jufommende Geschwindigfeit batte, und EF gang voll mare, fo daß alle Baffertheilchen Dafelbft eine auf EF fenfrechte Richtung batten, fo fann man die Baffermenge, die man auf Diefe Art burd Rechnung fur eine gewiffe Beit erbalt, ben naturliden Ausfluß far Diefe Beit nennen. Der wirfliche Musfluß ift, wegen der jufammens stiognen Bafferader um I, und wegen der gerins gern Befdwindigfeit noch um To fleiner als ber naturs Er macht, bermbge ber Erfahrung, wenn bie beffandige Bafferbobe im Gefafe über der Deffnung men Parifer guß beträgt, und Die Deffnung im Bos Den freisrund, bunn, glatt und von einem Parifer Bolle im Durdmeffer ift, febr genau & bes naturlis den Ausfluffes aus. Ift aber Die Bafferbobe großer, ober die Deffnung fleiner ober nicht rund, fo wird Der wirfliche Ausfluß etwas fleiner, und im entgegens gefesten galle etwas weniges größer als. & des natur lichen Ausfluffes. Denn eine größere Dobe bermine bert ben wirklichen Ausfluß nach Berbaltniß, weil fic die Bafferader nach Berbaltnif immer farter jus fammenzieht, je biber bas Baffer im Gefaße febt; und edige goder vermindern ben Ansfluß ebenfalls, weil fie nach Berbaltniß eine ftarfre Reibung haben als runde. Denn Die Reibung bes Baffers bangt bon ber Große ber reibenben Rlachen ab, und ben einerley Rlacheninhalte bat der Aveis unter allen übris gen Figuren den kleinsten Umfang. Daber ift auch

in einem kleinen kreisrunden koche bie Reibung bes Waffers nach Berhaltniß größer als in einem großen, weil diefes, nach Verhaltniß feines Inhalts, einem kleinern Umfang hat als jenes

Rach dieser leichten Regel kann man in jedem Falle den wirklichen Aussinst durch eine dunne Deffnung aus einem immer vollen Gefäse, ohne alle Schwies rigkeit, so genau als es in der Ausübung nur immer nothig ist, derechnen. Nur muß das Gefäs allents halben so weit sepn, daß das Wasser in ihm, außer nahe an der Deffnung, keine merkliche Bewegung hat. Denn ist es entweder überhaupt oder an gewissen Stellen zu enge, so bewegt sich in ihm entweder allents halben, oder wenigstens da, wo es zu enge ist, das Wasser, während des Ausstusselle, merklich, und dars aus entsteht eine Reibung, welche den wirklichen Aussssus fuß merklich vermindert.

Benn das Baffer feitmarts, und nicht burch ben Boden ausfließt, fo find die Bafferboben aber den verschiednen Bunften der Deffnung allegeit, und oft, wenn das Baffer überhaupt nicht boch Rebt, und die Deffnung etwas groß ift, febr verfchieden. Mllein es ift in Diefem Salle unmöglich, burch eine gang genaue Berechnung, Die mabre mittlere Sobe für den Durchichnitt ber jufammengejognen Baffers aber ju finden, weil weder die Gestalt, noch bie Erofe Diefes Durchfcnitts, fich genau beftimmen Daber muß man fich begnugen, die Baffers bobe über bem Mittelpunfte ber Deffnung als Die mittlere angunehmen, und die Erfahrung ftimmt mit ben auf diefe Borausfegung gegrundeten Rechnungen, felbft ben großen lochern und fleinen Bafferboben, genauer überein als man erwarten follte. 8

Ich habe bieber immer von dunnen Deffnungen geredet. Denn ift die Wand oder ber Boden dick,

in welchen das lock gebobrt ift, so verbalt sich dieses wie eine tutge Robre, und diefer gall findet fogar Statt, wenn man ben Boben eines Befages, burch welchen Baffer fließt, in ftebenbem Baffer unters taucht, fo bag bie ausfliegende Aber fich barin gleiche fam einen Weg burchbohren muß. Der Musfluß aber burd eine Robre ift von dem Ausfluffe burch eine dunne Deffnung febr verschieden, Denn Das quis fließende Seitenwaffer wird von ben Banden der Abbre angezogen und von feinem Wege abgebogen, fo, daß es nicht mehr nach einer schiefen Richtung fortgebn fann fo wie vorber. Dadurd bringt in ber Mitte mehreres Waffer in die Robre, als in eine dunne Deffnung eindringen fann, und die Baffers theilchen fließen aus ihr faft gang parallel beraus, wenn fie walzenformig ober prismatifc ift, fo, daß feine Bufammengiebung der Bafferader außer ber Deffnung der Robre weiter Statt findet. Der wirts liche Ansfluß wird baber bey furgen Robren großer, als ben bunken Deffnungen, aber bennoch nie fo groß als der naturliche, weil eine folde malgenfors mige Robre in der That nie gang voll ift.

In einer langern Robre wird das Wasser durch die Reibung allemal merklich, und oft so start vers zögert, daß durch sie viel wenigeres Wasser ausstließt, als selbst durch eine dunne Deffnung. Ist die Röhre aber wieder zu kurz, so hat sie nicht Kraft genug um das Seitenwasser hinlanglich abzubeugen. Dieses reißt sich also oft von ihr los, besonders wenn die Röhre etwas erschüttert wird, die Wasserader zieht sich in der Röhre zusammen und sließt durch ihre innere Mündung völlig eben so, wie durch eine dunne Dessnung. Die Ersahrung hat gelehrt, daß eine walzensdrmige oder prismatische Röhre wenigstens noch einmal so lang als breit sepn muß, wenn sie

immer boll bleiben und bas Baffer bon ibren Banden fich nicht lodreifen foll, und bag alsbann ben allen Bafferboben und Deffnungen ber wirte liche Ausfluß durch eine dunne Deffnung fich in bem Ausfluffe einer fo turgen borizontalen Robre bon gleicher Beite mit ber Deffnung, wie 1:1,306 If die Robre betrachtlich langer, fo wird ber Ausfing mertlich fleiner, und zwar um befte mehr, je mehr man die Robre verlangert. rechte ober fchiefe Robren verhalten fich volltoms men eben fo, nur dag in ihnen bad Baffer burch Die Schwere noch befchleunigt ober verzögert wird, und man daber auf die Bafferbobe über der außern nicht über ber innern Mandung ber Robre feben So ift es leicht auch ben malgenformigen furgen Robren ben Musfluß gu berechnen. 4

Wenn man eine walzenformige furge Robre an ihrer außern Mundung erweitert, fo giebt fie mebs reres, und wenn man fie born verengt, wenigeres Baffer als vorher, weil im erften Ralle das Seis tenmaffer farfer, und im zwepten fomacher abges bogen wird, als wenn fie allenthalben gleich weit Erweitert man aber die innere Mundung einer folden Robre, obne bie außere ju andern, fo giebt fie mehreres Baffer Eine fegelfdemige Deffnung, Die vollig die Gestalt ber gusammengezognen Baf ferader bat, giebt einen wirflichen Ausfluß, Der bem natutlichen am nachften fommt, weil man bier, ben Berechnung des naturlichen Ausfluffes, Die Menfere und nicht die innere Mundung ber Robre, jur Grundflache annimmt, und bier bas Baffer gar nicht abgebogen wird, als wodurch es immer an feiner Geschwindigfeit etwas Daber auch ben furgen malgenformigen Robren Die Gefdwindigfeit bes Durchfinfes allezeit merflic fleinez

Keiner ift, als in ber zusammengezognen Wasserader der dunnen Deffnung. Dat aber eine legelsdemigt kurze Robre nicht die Sestalt der zusammengezognen Wasserader, so zieht sich diese por ihrer Mundung immer noch stärker zusammen.

## Anmerfungen,

- 1. Die Geschwindigfeit der Wafferaber ift = 2Vga (32 Brief). Jeder Bafferpuntt durch lauft also in t Sefunden 2 tv ga Parifer guß, und die gange in diefer Zeit ausgeflogne Baffers maffe beträgt zet Vga Rubiffuß. Also ift Die in derfelben Zeit erzeugte fortgebende Bewegung = 2 V ga. 2 et V ga = 4 et ga und die ju diefer Erzeugung nothige Totalfraft F = 4 ega (27 Brief). Fallt aber eine Bafferfaule von ber Maffe 2ea burch ihr eignes Gewicht p fren berab, fo fallt fie in einer Sefunde burch die Bobe g und erlangt die Gefchwins digfeit 2g. Also erzeugt die Totalfraft p in ihr, in einer Zeit von t Gefunden, Die Geschwindigfeit 2gt, und überhaupt die fortgebende Bewegung 4eagt. Alfo ift p = 4e ag = F. Es ift aber p das Ges wicht einer geraden Bafferfaule, die wir = 2ea angenommen haben, alfo von der Grundflache e und von der Sobe 2 a.
- 2. Ich wähle, um zu zeigen, wie genan die Berechnung mit der Erfahrung übereinstimmt, einige vorzüglich genan angestellte Bersuche ans Bossut Traité element. d'Hydrodyn. II. Das Wasserstand auf der beständigen Sohe von II Juß 8 30ll to kinien oder 140,8333 Jollen über dem wagrechten durchbohrten Boden von Bleche, und es stoffen, in Zeit von einer Minste: 1) durch eine freiseunde dube Raturl. 4. 26. a. 1866.

Definung von 6" im Durchmesser, 2311 Pariser Aubiczolle Wasser, 2) durch eine ähnliche Dessung von 1 30ll Weite, 9281 Rubiszolle, 3) durch eine ahnliche 2 30ll breit, 37203 Pariser Aubiszolle, 4) durch ein Rechteck 1 30ll lang 3 kinien breit, 2933 Aubiszolle, 5) durch ein Quadrat 1 30ll lang 1 30ll breit, 11817 Rubiszolle, 6) durch ein Quadrat 2 30sle lang 2" breit, 47361 Pariser Aubiszolle. Wenn man hier die natürlichen Mengen des ausgestoßnen Wassers berechnet, und von ihnen Fnimmt, so ers hält man: sur 1) 2346, sur 2) 9386, sur 3) 37544; sur 4) 2995, sur 5) 11982 und für 6) 47927 allenthalben etwas mehr, als nach der Erfahrung, weil die Wasserhöhe viel größer ist, als 2 Fuß.

3. hierher gehoren folgende Berfuche beffelben Berfaffers mit Gefagen, an beren Geite fich ein lothrechtes, rundes und fenfrecht durchbobrtes Blech Ben einer Bafferbobe von o Parifer Sus über bem Mittelpuntte der Deffnung erhielt er in einer Minute, 7) burch eine Deffnung von 6 ginien im Durchmeffer, 2018 Parifer Rubikiolle; ber Rechnung follten es fenn 2055 Rubifgolle. 8) Durch eine Deffnung von I Boll Breite, 8135 Rubifiolle: nach ber Rechnung fommen 8219 Rubifzoffe. floß in I Minute, ben einer Bafferbobe von 4 guß über bem Mittelpuntte ber Deffnung, o) burd eine Deffnung von 6 Linien Breite, 1353; nach ber Rechnung fommen 1370 Aubifgolle. 10) Durch eine Deffnung bon 1 30fl Breite 5436; nach ber Reche nung fommen 5479 Rubifjolle. Endlich erhielt er in I Minute, . bep einer Bafferbobe von 7 Linien Aber bem Mittelpunfte ber Deffnung, burch eine Deffnung bon I Boll Breite, 628, und batte nach ber Rechnung erhalten follen 603 Parifer Rubifaolle. Alle diefe Ausfluffe find vollig eben fo berechnet, wie in der 2 Anmerfung. Jeber beträgt & des natürlie chen Ausfluffes.

4. Derfelbe Berfaffer batte an dem borizontalen Boden eines großen Raffes 2 glatte, lotbrechte, mals jenformige febr turge Robren, jede von 2 Bollen lange und die eine von 6, die andre von 10 Linien Breite angebracht, burch die er bas Baffer bald voll, Salb als eine jufammengezogne und von den Banden bee Abren abgefonderte Bafferaber laufen ließ. lettern galle machte er die Bafferbibe über der obern Deffung der Robren ber Sobe gleich, welche Das Baffer im erften Ralle über ber untern Dunbung der Robren batte, und fand fo den Ausflug in einer Minute burch die Robre von 6 linien Breite, ben ben Bafferbobe von 3' 10", voll, von 1689, jusammene gezogen von 1293; durch die Robre von 10 Linien Breite, ben derfelben Sobe, voll 4703, jufammens gejogen 3598 Aubifiolle. Aber ben ber Bafferbibe Don 2 Rug mar der Ausfluß in einer Minute burch Die ouge Robre von 6" Breite, voll 1222, jufame mengejogen 935; und burch die weitre Robre, voll 3402, jufammengezogen 2603 Rubifzolle. man hier die Zahlen 1293, 3598, 935 und 2603 mit 1,306 vermehrt, so erhalt man 1689, 4699, 1221: und 3300 alfo fast dieselben Zahlen, welche die Erfabrung gab.

Ferner erhielt Poleni ben einer Wasserhöhe von 13 Pariser Tuß durch eine dunne freissbrmige Dess ung von 3 Linien im Durchmesser, in Zeit von einer Minute, 607, und durch eine walzensdrmige Röhre 13 Linien lang und 3 Linien weit, in derselben Zeit, 809 Aubikzosle. Nach der Rechnung macht die letzte Zahl 793 aus; weil 607. 1,306 = 793 ist.

5. Man tann nach ebendenfelben Regeln auch Das Ausleeren und Unfullen eines Gefäßes mit Baffer

6 Get.

berechnen, nur daß fich die gangliche Ausleerung überhaupt nicht genau berechnen läßt,- weil bie-Obere fiache bes Waffers im Gefage julegt; noch wenig Waffer barin ift, oft hohl wird. , Wenn alfa j. B. ein prismatifches ober maljenformiges Ges fåß ACFB (Fig. 170) Anfangs bis auf die Sobe AC ober IG = a mit Baffer angefüllt ift, und es hat unten im Boden ober an der Seite eine Deffe pan der Geoffe b, beren Mittelpunft I ift, jeder feis ner fenerechten Durchfdnitte aber, wie AB, DE, ift = e; fo fepe man das Baffer habe fich foor bis auf die Sohe IH = x gefenft. Da die ju ber Dobe x gehörige Seschwindigfeit = 2 V gx ift, fo wird ber naturliche Ausfluß in ber Beit dt = abdt Vgx, und ber wirfliche = ambdt Vgx feon, wenn ber naturliche fich jum wirflichen Ausfluffe übere haupt, wie i : m, verhalt. Run flieft aber in der Zeit dt bas Bafferprisma De = - edx aus. Alfo if zmbdt / gx = - edx und dt =  $\frac{edx}{2mbVgx}, \text{ also } t = C - \frac{eVx}{mbVg} = \frac{e}{mbVg}$ (Va-Vx) weil x = a ift, wenn t = o wird.

herr Boffut hatte ein rechtwinklichtes prismatifches Sefaß, in welchem e, o Quabratfuß hielt. Sein wagreche ter Boden war mit einem bunnen fentrecht burdbobrten Aupferbleche verfebn. Als Diefes lach b einen Parifer Boll im Durdmeffer bielt, fenfte fic bas Baffer son Lz' 8" Sobe = a, 1) in 7 Minuten 25 Setunden um 4. Tuf und 2) um 9 Juf in 20 Min. 24 Set. Als aber das lod 2 Boll im Durdmeffer bielt, fentte es fich von der berfelben Sohe 3) burd 4 guß, in I Min. 52 Sef. und 4) durch 9 fuß in 5 Minut, Wenn man nun in der Formel t = e(Va—Vx), 6—9.144" m — § a — 140" und g —1181" fest, der Größe b aber jedesmal den ges hörigen Werth giebt, so findet man die Zeit für x) y Min. 1 Gef., für 2) 20 Min. 15 Gef., für 3) x Min. 50 Gef. und für 4) 5 Min. 4 Gef., daß also die Rechnung mit der Erfahrung genau übers einstimmt.

## Dren und fechzigfter Brief.

Die Erfahrung lehrt, wie ich bereite in meinem lettern Schreiben ermannt habe, bag bas Baffer, unter übrigens. vollig gleichen Umftanden, burch eine Rbbre, wenn fie gleich furg ift, nie mit einer fo großen Gefdwindigfeit fließt, als burd eine bunne Deffnung, obgleich Die Robre, wenn fie turt ift, in berfelben Zeit, mehreres Baffer giebt, als die bunne Deffnung; und jene geringere Go schwindigkeit in furgen Robren ift mabriceinlich bloß dem Antleben und dem Stoffe der Baffers theilden an die Bande der Robren jujufdreis ben. Man muß daher ben Springbrunnen, Sprite gen, mit einem Borte: allenthalben, wo das Baffer fo both ober fo weit, alfo auch fo ger fcminde, als moglich, fortgetrieben werden foll, eine bunne Platte mit einem runden und glatten Loce anbringen. Jebe anbre Ginrichtung ift febs lerhaft, und das Baffer fprigt burch feine Robres fie fen fury ober lang, tegelformig ober einer Balje abnlich, fo boch, als durch eine folde Platte. Bo man bingegen eine fo große Menge Wafferi

als möglich, haben will, und auf die Schnelige feit des Wassers nichts ankommt, da muß man das Wasser durch eine kurze Röhre laufen lassen, die man allenfalls noch an ihrer außern Mündung etwas erweitern kann.

Ben ben Springbrunnen ift überdiefes auch an ber Beite ber bunnen Deffnung, aus welcher bas Baffer bervorfpringt, febr viel gelegen. SR Re 18 groß, fo macht fie, daß bas Baffer in der feitungse robre mit einer beträchtlichen Seschwindigfeit forts fliegen muß, und alfo burch die Reibung ber Robre um befto mehr verzogert wird, je langer biefe ift, und je bober fic bas druckende Baffer über die Deffs nung erhebt. Ift fie ju flein, fo leibet ber febr Dunne Strabl in der Luft eine ju farfe Reibung, und erhebt fich nicht boch genug. Man thut alfo gut, weil fich bier durch die bloge Berechnung fcmer lich etwas genaues und fichres bestimmen laft, Daß man verschiedne gleiche Platten mit lochern von vers foiedner Beite bereit balt, eine nach ber aubern auffdraubt, um ju feben, bey welcher ber Strabl die größte Sobe erreicht, und dann diefe mablt. Ben einer febr furgen Leitungsröhre von 28% Paris fer Linie im Durchmeffer, und einer Bafferbobe von 16 Ruf, gebt der Wafferftrabl, vermoge der Erfahs rung, am bochften, wenn die Deffnung ber dunnen Platte 6 Linien im Durchmeffer balt.

Die Reibung des Wassers hat aber nicht nur auf die Bewegung der springenden Wasser, sondern alles sließenden Wassers überhaupt, einen so großen Einssuß; es ist, um von dieser Bewegung, besonders in Flussen, Ranalen, Rinnen und Wasserleitungen, richtig zu urtheilen, so nothwendig, sie genau zu kennen, und ihre Gesetze sind die jeht, so viel ich weiß, und so wenig in das gehörige Licht gesett

worden; daß ich mich genothigt febe, ben ihrer Uns' tersuchung mich etwas langer zu verweilen, als ich es außerdem gethan haben wurde.

Alles Baffer berührt Die Dberfichen andrer Roys per, indem es fich bewegt. Diefe miderftebn feiner Bewegung und ichmaden fie, auch wenn bas Baffer auf fie nicht fiont, und diefer Biderftand ift es, ben ich die Reibung des Baffers nenne. 3ch laffe mich übrigens auf Die Unterfuchung nicht ein, Diefe Art der Reibung aus benfelben Urfachen ents fpringt, als die Reibung der feften Körper, weil ich geftebe, bag ich von den Urfachen der Reibung übers baupt nur febr unvollståndige Begriffe habe; genug, Daß bas Baffer, vermoge der Erfahrung', fich auf. ben Oberflächen ber Rorper wirflich reibt, und in feiner Bewegung gehindert wird, obgleich es auf fie Wenn man in eine magrechte prismatis fce Rinne, nach der Richtung ibrer Are, aus einem immer vollen Bafferbalter bas Baffer foiegen läßt, fo flieft es im erften Unfange nach diefer Richtung Da es aber um defto mehr verjogert wird, je weiter es fortgebt, und burch jeben lothrechten Durchs fonitt ber Rinne bennoch in einerlen Zeit immer gleich vieles Baffer durchgebn muß, fo bebt es fich in der Rinne allmablich immer bober, je weiter es fließt, fo, daß es julest auf feiner Dberfache ruch marts ju fliegen aufangt, indem es unten vormarts Diefe Bergogerung und Diefer Rudfluß rubre offenbar blog von der Seibung des Baffers an ber Rinne ber. Auf eine abnliche Art geht bas Baffer aud in folden Rinnen, Die nur eine geringe Reigung baben, mit immer mehr verzogerter Bewes gung fort. Ift aber ibre Reigung fart genug, fo wird bas Baffer in ihnen Anfangs beschleunigt, aber nach und nach immer weniger, bis es endlich, wenn

Die Rinne nur lang genug ift, vollig altichformia fortfließt. Diefe Erfahrungen beweifen, daß die Reibung bes Baffers mit ber Befdwindigfeit madft: bas bas Baffer in einer geneigten Rinne Aufangs peribgert ober beschlennigt wird, nachdem Die Reis'bung im Anfange ber Rinne größer ober fleiner ift, als das relative Gewicht des Baffers auf feinem ges neigten Boben, und bag in beiben Rallen bie Bes megung julett gleichformig wird, wenn die Minne nur lang genug ift, weil im erften galle bas Baffer fic Aufangs nach und nach immer laugfamer und im zwepten immer fcneller bewegt, alfo auch bie Reis bung entweder immer mehr abnimmt oder junimmt, bis fie endlich bem relativen Gewichte Des Baffere gleich ift, wo benn alle weitre Bergbgerung ober Bes foleunigung in ber Rinne nothwendig aufbort.

herr Boffut bat eine Menge febr fchabbarer und febr genauer Berfache mit, folden Rinnen gemachte denen er nach und nach verschiebne Reigungen und jum Theil and verfchiedue febr anfehnliche fangen gab. Sie maren prismatifc, inmendig glatt, und rechtwinflicht; das Baffer aber wurde in fie aus einem immer bis auf eine gewiffe Sobe vollen Baf. ferhalter gelaffen. Es flog durch eine bunne Deffe nung, fo, daß der wirfliche Ausfluß & bes naturlis den betrug. Benn man biefe Erfahrungen forgfals tig unter einander vergleicht, fo fieht man deutlich, daß die Reihung des Waffers fic allezeit wie das Produkt aus dem Quadrate feiner Geschwindigkeit und aus der Große ber reibenden Blachen verhalt; ja wenn man nach diefem Grundfate bie gemachten Berfuche berechnet, fo findet man, bag fie insges fammt mit der Rechnung genau übereinftimmen, und da ihrer an 50 find, so fann man diese Uebereins fimmung mobl feinem Bufalle jufchreiben. "

Derr Boffat hat eine andre Reihe von Berfuchen mit maljenformigen, geraden, magrechten Robren theils von 16. Parifer Linien, theils von 2 Bollen im Durchmeffer, gemacht. Sie waren Anfangs jede 180 Auf lang, er verfarzte fie aber nach und nach . auf 150, 120, 90, 60 bis 30 Kuf. 4 Das Baffer fioß in fie aus einem immer vollen Gefage, und man muß baber, bloß wegen ber Abbeugung bes Seitens waffers und des Stofes auf Die-Bande bemit ! . In fluffe, nur 13 der naturlichen Gefcmindigfeit, für vie anfängliche Seschwindigkeit ben jeder Rohre, alfo 13 a der Wafferbobe, für die diefer Geschwindigfeit gutommende Sobe, rechnen, als welche Statt gefuns Den haben murde, wenn gleich fede Rohre fo furg, als moglich, und feine merfliche Reibung vorhanden gemefen mare. Rach biefem Grundfage tann man berechnen, um wie viel in jedem Salle der Musfluß und die Geschwindigfeit bloß durch die Reibung ges fomacht worden ift. 5 Ungeachtet nun in verschloße nen Robren nicht nur die Reibung, fondern auch die Luft, welche fich beständig von dem Baffer, mabrend feiner Bewegung, abfondert, Diefe Bewegung bins bert, fo ftimmt bennoch, wenn man diefe Berfuche berechnet, und zwar unter ber Voraussegung, daß fich die Reibung des Waffers, wie das Quadrat feis ner Gefdwindigfeit und die Grofe der reibenden Rlachen verhalt, auch bier die Rechnung mit der Ers fahrung fehr genau überein. 4 Ja es laft fich bars aus die Urfache angeben, marum, wie herr Boffut bemerkt, ber Ausfluß aus folden Robren, wenn fie gleiche Durchmeffer haben und die Bafferhaben fich gleich bleiben, fich bennahe umgefehrt wie die Quas Dratwurzel ber gange ber Robren verhalt.

Aus ben Berfuchen bes herrn Boffut fiebt man, daß die Reibung ben einem Bafferprisma von 5 Pas rifer Bollen Breite und I Boll bobe, welches mit eis ner Geschwindigfeit von 123 Ruß gleichformig in einer glatten bolgernen Rinne fortfließt, gegen To Des Gewichts Diefes Prisma beträgt. 6 Rerner läßt es fich leicht übersebn, daß man offne Rinnen und Bafferleitungen, wenn bas Baffer barin fo fonell, als moglich, fließen foll, allegeit eine folche Breite geben muffe, bag bas Baffer, in bem Bebars rungejuffande, wenn es namlich immer gleiche formig fortfließt, allegeit balb fo bod ftebt, als die Bafferleitung im Lichten breit ift. 7 Auf eine abulis de Art lagt fic aus ben Gefeten ber Reibung burch Rechnung jeigen, bag eine Rinne, Die ihr Baffet aus einem Teiche oder einem andern großen Baffers balter empfangt, und 12" breit ift, wenn das Baf fer in ihr mit 4 Gefdwindigfeit fortgebn foll, auf iede 100 Rug nur etwas über 3" Gefälle haben barf. 8

Das Baffer bewegt fich in Fluffen und Kanalen eben fo, wie in Rinnen, und die Reibung bat auch biet auf feine Bewegung einen größern Ginfluß, als man gewöhnlich glaubt. Menn bas Bett eines Stroms, auf eine ansebnliche Strede biu, wenige ftens bennabe einerlen Reigung bat, fo marbe ber Strom wie auf einer geneigten Ebne, ohne die Reis bung, immerfort gleichformig beschleunigt werden. Da er fich aber reibt, fo wird gleich Anfangs die Befdleunigung feiner Bewegung allmablich immer geringer, jemehr feine Befdmindigfeit machft, weil fich auch zugleich die Reibung, und zwar im Bers baltniffe des Quadrate ber Gefcwindigfeit, vermehrt. Sie wird daber allemal nach einiger Zeit dem relatis ven Gewichte bes Maffers gleich; es bort alsbann alle

weitre Befoleunigung auf, und das Baffer fließt gleichformig fort.

So fommen alle Rinffe und Ranale julest in eis nen gewiffen Beharrungsjuftand, fo lange die Reis gung ihres Bettes fich nicht andert. Wird aber Diefe ivgendwo j. B. betrachtlich größer, fo nimmt auch bas relative Gewicht bes Baffers beträchtlich ju. Borber war es ber Reibung gleich, jest ift es größer. Der Fluß fangt alfo an, gefcwinder ju laufen, aber eben befihalb machft feine Reibung, bis fie julest bem relativen Gewichte beffelben gleich wird, und bas Baffer wieder gleichformig, foneller, als vorber, fortfließt. Go ift bloß die Reibung die mabre Urface, baf die Schnelligfeit ber Strome fo febr bon ber Reigung ihres Bettes abhangt, und baß, wenn ein Strom fich theilt, ebe er ins Meer fallt, und einer feiner Urme lans ger ift, als ber andre, alfo auch eine geringre Reigung bat, wie Diefer, das Waffer in Dem lans gern Arme allezeit langfamer fortgebt, als in dem fürgern.

Nimmt das Waffer in einem Flusse, der, wie gewöhnlich, viel breiter, als tief, ist, merklich zu, so mächst auch das relative Sewicht desselben bes trächtlich. Die reibende Oberstäche hingegen wird nur unmerklich vergrößert, weil sie fast bloß nach der Höhe, und nur wenig nach der Breite, vergrößert wird, und die Höhe oder Tiefe der Flüsse, in Anses hung ihrer Breite, sehr unbeträchtlich zu senn pflegt. Daher wird das relative Sewicht, welches vorher der Reibung gleich war, jest größer, als sie, und oft kann dieser Unterschied in der Größe sehr ansehnlich sonn. Die Schnelligkeit eines Stroms nimmt also allemal, und oft sehr stark zu, wenn er mehreres Wasser erhält, als gewöhnlich.

Eben fo ift blof bie Wibung Urfache, daß große Rluffe fich foneller bewegen, als fleine, unter abrie gens gleichen Umftanben, und bag:wuch in großen Ranalen bas Baffer affegeit geschwinden flieft, als in engen Rinnen, ungeachtet diefe eine eben fo große Reigung baben, als jene. Go gar an ber luft reis ben fich fpringende Baffer, judem fie burch fie bine durchfahren. Diese Reibung ift die vornehmfte Urs face, weghalb die Bafferftrabten der Runte nie dies ienige Sobe erreichen, auf welche fie fich eigentlich erheben follten, und bag bide Strablen, unter ubrit gens gang gleichen Umftanben, bober fteigen, als Man muß bier nicht bloß auf den Bibers dunne. ftand febn, ben ber Strabl an feiner Spige, fondern auch auf ben, welchen er an ben Geiten leibet, im bem er mit einer großen Schnelligfeit durch Die Luft fabrt, Die eine fo beträchtliche Ziebfraft gegen bas Baffer bat.

Auch in engen Steigeröhren wird die Bewegung bes Waffers, bloß wegen ber Reibung, mehr ges schwächt, als in weiten, weil jene, nach Berhältniß ihres Inhalts, mehr Oberstäche haben, als diese. Dasselbe gilt auch von den Leitungstöhren, in wels den sich auch noch überdieses die Luft, die sich vom sließenden Wasser beständig absondert, seiner Bewes gung entgegengesest. Denn da sich das Wasser alles zeit an den Wänden der Röhren wegen der Reibung langsamer bewegt, als das mittlere Wasser, so reisset sich beständig viele Luft zwischen den mit verschiednes Geschwindigkeit bewegten Wassertheilchen los, welche, wie die Erfahrung lehrt, den Fluß des Wassers selbst in geraden Röhrenleitungen, und noch viel mehr in solchen, die nicht gerade fortgehn, oft ungemein hindert.

" Auch in Fluffen und Randlen werden eigentlich nur die Waffertheilchen, welche ben Boben ober bie Wande berühren, numittelbar in ihrer Bewegung aufgehalten. Da fie abert mit dem übrigen Waffer aufammenhängen, so verbreitet sich dieser Widerstand zulest durch die ganze Wasse, wiewohl mehrentheils auf eine ungleichförmige Art. Daher sindet man, nach den besten und genauesten Ersahrungen, mitten in einem Flusse, daß die Geschwindigkeit des Wassers von der Oberstäche gegen den Boden immer mehr, und oft sehr merklich, abnimmt.

# Anmerkungen.

". 2. herr Boffit lief im eine Rinne von 600 guß lang, 5 Boll breit, Die eine Reigung von 5° 42' batte, burd eine rechtwinflichte Deffnung von 2:36le. len Sobe, alfo to Quadratioflen Große, bas Bafe fer aus einem Gefäße lanfen, worin es immer 2 Ruß bod über bem Boden ber Rinne erhalten wurde. Es tief in 8" burch 100; in 46" burch 200; in 24" Durch 30015 in 82" barch 400 n. f. w. mit einem Borte: feine Bewegung wuide bald gleichformig und es ging burch 12,5 Fuß im T. Sefunde, fcwindigfett der jufammengezognen Bafferader fann man fo annehmen, ale gehorte fie ju 2 guf, weil bas Baffer im Gefäße fo boch ftanb. Sie war alfo = 2 V 2 g; bagegen aber muß man bie Sobe diefes erften Durchschnitts im Unfange ber Rinne nur & .. 3 Zolle, ober 3 Zolle groß feten. Dassich wun die Boben der verschiednen fentrechten Durchschnilte der Rinne, weil dorch jeden in einerlen Zeit immeb gleich vieles Baffer laufen muß, umgefehrt wie Die Bes femindiafeiten des Baffers verbalten, fo bat das - Baffer in ber Minne, im Beharrungszuffande, wo feine Gefchwindigfeit = 12% iff, eine Sibe. y, die

fich in  $\frac{1}{4} = 2V_2g$ : 12/5 verhält, und daher 1/0990904 30lle beträgt.

Stellt man fich nun vor, daß in dieselbe Rinne aus einem Sefäße, in welchem das Wasser die Hohe a über dem Boden der Rinne hatte, durch eine Dessennng, die b Zolle hoch ist, das Wasser gelassen würs de, und alsdann im Beharrungszustande in der Rinne die Seschwindigkeit x hatte, so findet man auf ebendieselbe Art, daß es bey dieser Seschwindigkeit 4/857339b/a Zolle hoch stehen mußte. Ich will

diese Sobe z nennen.

Bird nun beibe Male in ber Rinne, von ba an, wo bas Baffer gleichfbemig ju fließen anfangt, eine Lange I abgemeffen, so reibt fic bas Bafferprisma von diefer gange 1) auf bem Boben von ber Große 51 2) ferner an beiden Seiten, deren jede 2 ly oder 2 l z groß ift. Alfo beträgt die gange Große ber reis benden Rachen, im erften: Kalle (5 + 2 y) 1. und im ameten (5 + 2 z) 1. Ift nun F die Reibung im enften, und f die Reibung im andern Falle, und verhalten fich die Reibungen, wie die Produtte aus den Quadraten ber Seschwindigfeiten und ans ber Große ber reibenden glachen, fo muß F:f = (12,5)2. (5 + 2 y): x2 (5 + 2 z) fenn. Run find aber im Bebarrungszuftande bie Reibungen den relativen Ges. wichten der Bafferprismen gleich, und Diefe verhals ten fich, wie die abfoluten Gewichte, ober wie die Maffen P und p beider Wafferprismen von der gange 1, weil die Rinne in beiden gallen einerlen Reigung Also wird  $Px^{*}(5 + 2z) = p.12/5(5 +$ Bat. 2 y). ober yx2 (5 + 22) = z. 12,52 (5 + 2 y) weil fich P:p = yez verbalt, indem die Baffers prismen in beiden Ballen gleiche gangen und Breiten

Haben. Sest man nun, anstatt y und z die oben gesundnen Werthe, so erhält man zulest x<sup>3</sup> + 1,9429 b x<sup>2</sup> Va = 994,1176 b Va, oder auch, zur bequemeren Bergleichung mit den Bersuchen: x<sup>3</sup> + 2,74773 b x<sup>2</sup> V \( \frac{1}{2} a = 1405,89 \) b V \( \frac{1}{2} a \).

In der LII Erfahrung des herrn Bossüt war b=2, a=4, und das Wasser lief in 44 Setunden durch 600 Fuß, also in 1 Setunde durch 13,63°. Rach unster ersten Sleichung, wo  $b \vee a=4$  und  $x^5+7$ ,7716  $x^2=3976$ ,4704 wird, ist x=13,63 + völlig der Erfahrung gemäß. In der LIII Erfahrung war b=1, a=2 und das Wasser lief in 58" durch 600°, also in 1" durch 10,34°. Nach der zwepten Sleichung wird  $b \vee \frac{1}{2}a=1$  und  $x^3+2$ ,74773  $x^2=1405$ ,89, also x=10,35°.

In der LI Ersahrung war b = 1, a = 4 und das Wasser hatte die Geschwindigkeit  $\frac{600}{32} = 11,5$ . Hier ist  $b \vee a = 2$  also unstre erste Gleichung  $x^3 + 3,8858 x^2 = 1988,2352$  und x = 11,4.

Diese Bersuche find unter allen übrigen die fichers ften, weil hier die Rinnen am langsten und von 600 Huß waren. In den Bersuchen von LV bis LVIII hielten ste 300 Fuß kange. Die Geschwindigkeit war hier noch im Wachsen und die Bewegung nicht völlig gleichformig. Daher find alle berechnete Gesschwindigkeiten etwas größer, als die beobachteten.

Bersuche	Beobachtete Gefcmind.		
LV	9, 1	9, 3	
LVI	11,1	11,4	
LVII /	716	719	
LVIII	وا	917	

36 habe auf eine abnliche Art alle übrige Berfuche bes Deren Soffit berechnet, wo bie Rinnen nur 105' lang waren. Die Rechnungen ftimmen mit Den Berfuchen allenthalben überein, ich faun fie aber bier unmoglich ausführlich berfegen, weil fie ju vies len Plat einnehmen murben. Indeffen wird bie Reibung des Baffers, fo wie die der festen Korper, burch viele fleine Umftanbe oft unfichet gemacht. Go fließt bas Baffer, unter gleichen Umftanden, in trodnen ober rauben Rinnen langfamer, als in nafe fen oder glatten. Daber und auch aus andern Urs fachen kann man nie eine gang vollkomme Uebereins ftimmung zwischen ber Theorie und Erfahrung ers marten.

#### 2. Dier find Diefe Berfuche:

Beständige	Lange der		Rubit, Baffes
Sohe des Was- fers im Gefaße	Rohren vom Gefäße an ge-		in jeder Minu- te, welche bie
über der Are der Röhren.	rechnet.		Robre von 2" Weite lieferte.
1 guß	30 guß.	2778	7680
1	60	1957	5564
1	90	1587	4534
I	120	1351	3944
1	150	1178	3486
1	180	1052	,3119
2 <b>Fuß</b>	30 Fuß	4066	11510
2	60.	2888	8190
2	90 '	. 2352	6812
2 ,	120	2011	5885
٥	150	1762	5232
2	180 .	1583	4710

- 3. herr Bosit berechnet nach dem angeschrien Grundsage den Ausstuß in einer Minute durch eine Turze Robre, und sest ihn beh der Röhre von 16 kin. Weite für 1 Jus Wasserhöhe auf 6330 K. 3. Daraus sindet er für diesen Fall den auf 6330 K. 3. Daraus sindet er für diesen Fall den auf ohren von 30 die 780 Zus Länge solgende Berhältnisse zwischen dem ausgeschwächten und dem durch die Reibung arschwächten Ausstusse, indem er den erstern 100 sept: 100: 43/89; 100: 30/91; 100: 25/07; 100: 21/34; 100: 18/61; 100: 16/62. Eben so berechnet er auch die übris zen Fälle.
- 4. Das Wasser sließt durch die wagrechten Abheren und aus ihnen gleichstrüg. Man muß daher die geschwächte Bewegung von der ungeschwächten abziehn, und den Unterschied als eine dem Flusse des Wassers entgegengesetzte durch die Reibung erzeugte Bewegung ansehn. Die Ihhe, zu welcher die Geschwindigkeit dieser entgegengesetzten Bewegung geshart, sey A, die Dessnung tiner Robre e, so ist die Reibung in der Abhre dem Gewichte der Wassersauferschie 2 Ae gleich (61. Br. 1. Aum.).

Sind also zwey Röhren da, und der Durchmest ser der einen ist r, ihre Länge m, die Wasserdhe ber ihr a, die Geschwindigkeit des Wassers in ihr c; hingegen der Durchmesser der zweyten R, ihre Länge m, die Wasserhibe bep ihr d, und die Seschwindige deit des Wassers in ihr x, p aber = \frac{13.18}{16.16}; so ges der die ungeschwächte Beschwindigkeit in der ersten Wister C zu der höhe pa, und die geschwächte zu des Höhe. Da sich nun die Despung hieser Röhre, den La. Da sich nun die Despung hieser Röhre, dube Konnt. 4. 25. 2. 2015.

wie r herhalt, so verhalt sich ihre Reibung F wie  $2r^a$ .  $(pa-\frac{c^a}{4g})$ , oder wie  $2r^a$ .  $(C^a-c^a)$ , weil.  $pa=\frac{C^a}{4g}$  ist. Seen so wird die Reibung f. in der zweiten Röhre  $=2R^a$ .  $(K^a-x^a)$ , wenn hier K die ungeschwächte Seschwindigseit, also  $pb=\frac{K^a}{4g}$  ist. Run sind die reibenden Flächen in beiden Röhren, wie rm:Rn. Also derhalt sich auch  $F:f=c^arm:x^aRn$  und es ist daher  $2r^a$ .  $(C^a-c^a):2R^a$ .  $(K^a-x^a)=rmc^a:Rnx^a$ ; solylich x=KcVRm

 $\sqrt{(\operatorname{rn} C^2 + c^2(\operatorname{Rm} - \operatorname{rn})^2)}$ 

Diese Gleichung ift ganz allgemein, und immer zu brauchen, wo die Bewegung des Waffers bloß durch die Aeibung, nicht aber auch durch die Luft, geschwächt wird. Um sie auf die Versuche des herrn Bosit anzuwenden, kann man m = t und hernach n = 2, 3, 4 u. s. w. sezen, indem man immer die Adhre von 30' jum Grunde der Bergleichtung legt. Vergleicht man ferner Röhren von gleichem Durchmesser und gleicher Wasserböhe, so wird

K=C und R=r also x = V (n C2 - c2 (n 776)

Rach diefer Gleichung werden die Seschwine Bigfeiten oder Ausstüffe der 6 verschiedung Röffen, welche vermöge ber Erfahrung waren: 43,89:30,91325,07; 21,34; 18,61 und 16,62 (3. Un u.) wenn man die erste zum Grunde legt: 43,89; 32; 27; 23; 21 und 29. Sie find also alle etwas große als die bevöncheten Geschmindigkeisen, und 3000 um desto mehr, je länger die Röhren find, well ches bloß vom Widerstande der Euft herribet, die

fich mit ber lange bet Rabven ungemein vermehrte fo daß febr lange Robren viel meniger Baffer geben , als fer nad ber Berechnung geben follten. Man fann Die übrigen Erfahrungen Des Serme Boffut auf eine abnittbe Att berechnen, und wird. Die Rechung immer mit ber Benbachtung febr nabe Mereinftimmend finden, vorzäglich wenn die beiden Robren, welche man vergleicht, in der lange nicht. fehr berichieden find. Auch ben einer gebfern Bafe ferhobe geben die Abbren mehreres Waffer als fie nach ber Rechnung geben follten, und Diefes fcbeint ebenfells von der Juft bergunubren, welche ben einer langfamen Bewegnng mehrene Beit bat, fich wom Baffer ju trennen, fich alfo in grobvet Denge lodreife, und ber Bewegung, nach Berbaltnif, Råeler widerfiele.

5. Wenn man in der Gleichung x =  $\frac{Cc}{\sqrt{(nC^2-c^2(n-1))}}$ , die Seschwindigseit c, wels the allemal, in Ansehung C nur klein ift, in dem Ranner = 0 fest, so wird x =  $\frac{c}{\sqrt{n}}$  und daßer x:c=1:\(\nu\)n, Es ist aber n die Länge der Röhre, deren Aussluß x, und 1 die Länge derjenigen, deren Aussluß cift.

6. Unter allen jahlreichen Versuchen bes heren Boffüt ist nur ein einziger, der LIV, welcher vorzüglich geschickt ist, die Größe der Reibung des Wassers in hölzernen Rinnen unmittelbar zu bestimmen. Es sioß in einer Rinne von 600 Fuß Lange, deren Reigung To von der wagrechten Grundlinie, also 10,05 von der Länge der Ainne ause machte, fast von Unfange an durchgehends gleichsweiten

mig, mit einer Seschwindigseit von 12%. Zusar war es dicht am Sesche 1,25, vder ½ 30lle, und weiterhin durch die ganze Minne nur 1,099 Bolle hoch; allein dieser Unterschied in der Sche ist auf eine Länge von 600' so unbeträchtlich, daß man die ganze Masse des stiefenden Wassers als ein Prisma von der Sohe von 1,1 38ll, der Breite von 5", und der Länge von 600' ausehn kann. Das relative Gewicht dieses Prisma machte  $\frac{100}{100}$  seines absoluten Gewichts aus, und so groß war auch die Reibung bep 12½ Beschwindigseit.

7. Wenn der fentrechte Duschschnitt eines ger meinen rechtwintlichten Wasserinne gegeben, und = a, seine hohe aber = x und feine Breite = y ift, so wird x y = a und die Reibung verhätt sich, ben gleicher Geschwindigkeit, auf jede gegebnt Lange, wie 2 x + y. Es unft also diese Große ein Rleinstes sepn. Run ift 2 x + y ober 2 x + \frac{a}{x}

ein Rleinstes, wenn 2 x = a ober a x = y ift (60. Brief g. Anm.). Als muß das Baffer in der Rinne balb so boch flebu, als diefe im Lichten breit ift.

8. Man verliert oft ohne allen Angen viel vom Gefälle des Bassers, wenn man die Rinnen zu start neigt. Aus den Versuchen des Herrn Bossüf aber läßt sich die Frage, wie kark man sie neigen musse, damit das Wasser in ihnen sast gleich vom Ansange an gleichsormig fortsließe und nicht zurücksstaue, hinlanglich beantworten. Ich sese erklich voraus, daß die Rinnen aufs portheilhafteste eins gerichtet sind, und so wenige Reibung haben als möglich, weil alsdann auch ihre Neigung so stein als möglich seyn, kann. Mit einem Worte: ich nehme an, daß in ihnen das Wasser halb so hoch

ficht; als bie Minnen im Lichten breit find. Ben ber Rinne bes herrn Boffit war Diefes ber gall nicht. Sie bieft im Lichten 5" und die Bobe bes Baffers darin betrug nur i,1" (6. Inm.). fenfrechte Durchschnitt bes Baffers mochte also in ibr 5,5" Quadratiofle, and fie murde bey der vors theilhafteften Ginrichtung und einem gleichen Juge fluffe, une 3,816 Bolle haben breit fenn muffen. Alsbann marbe das Waffer in ihr 1/658" boch aeftanden baben, und ihre Reibung ben gleichen Sefdwindigfeit, in dem Berbaltniffe von 7,2 : 6,633 Heiner gemefen fenn als fie wirflich war. machte aber 100 sber 0,0995 bes relativen Ger wichts aus (6. anm.). Alfo murbe fie, ben ben vortheilhaftesten Einrichtung, nur 0,0916 deffelben betragen haben, und die Reigung der Rinne alfo geringer gemefen fenn. Rebmen wir nun ferner an, bas Baffer batte in biefer Rinne nur eine Geschwindigfeit von 4', anftatt der von 12,5', die es wirflich hatte, haben follen, fo murde die Reis bung, da fie in diefem Kalle wie bas Quadrat ber Sefdwindigfeit fleiner geworben fenn marbe, und #2/5°: 4° = 0/0016: 0/00038 iff, nur 0/00038 p betragen haben, indem p bas Gewicht bes bewege ten Bafford bebentet. Goll affo ba einer anbern Rinne von 12" Breite das Baffer 6" boch flebn, und' mit einer Gefdwindigfeit von 4 fortgebn, fo warben die reilenden Biaden biefer Minne fich ju benen bes Boffat, auf eine gleiche lange, wie 24:6,632 verhaften haben. In demfelben Berhalts niffe murben auch die Reibungen in beiben Rins nen gewesen fenn. Berhalten fich baber Die Bes wichte ber bewegten Baffermaffen in: beiben Rins nen, auf eine gleiche lange, wie Papant ift f big Reibung der breiten Rinne, oder bielmehr die Babi

welche ausbrück, den wievielten Theil von P die Reibung ausmacht, so wird 6,632:24 = 0,00938 p : f P. Run verhält sich p:P = 5,5:72, und es ist also 5,632:24

also 5,5:72 oder 19,896:5,5 = 0,00938:f, also f = 0,00259. Eine Rinne also von 12" Breite, in welcher das Wasser mit einer Geschwindigkeit von 4' sließt, darf, wenn sie auss vortheilhasteste eingerrichtet ist, nur auf 100 Fuß etwas über 3" Sestüle haben, und so kann man die Reigung der Rinnen in jedem andern Halle berechnen.

Soll eine Rinne, die 2x" breit ist, und in welcher das Wasser die Geschwindigkeit y hat, eine

welcher das Wasser die Seschwindigseit y hat, eine Wenge a Wasser in jeder Set. absühren, so wird  $x^2y = a$  also  $y = \frac{a}{2x^2}$ , und die Reibung verhält sich, wie  $4xy^2$ , also wie  $\frac{a^2}{x^3}$ . Sie ist also überhaupt um desto kleiner, je langsamer das Wasser sließt.

Bier und fechzigfter Brief.

Auch von dem Drucke des fließenden Baffers fann man fich, so wenig als von seiner Bewegung, vone die Reibung, richtige nud deutliche Begriffe machen. Wenn das Baffer in einem Strome auf einem ger neigten Boden fließt, so ift seine Bewegung bioß seinem relativen Gewichte quyuschreiben. Dieses aber wird, so bald der Strom in den Beharrungst qustand fommt, und gleichsbrmig fortgeht, durch die Reibung ganglich vernichtet, so, daß das Wasser,

Nogen feiner Trägheit, die einmal in ihm ers gengte Bewegung bepbehalt. Da'nun bas relative Bewicht allezeit einen gemiffen berhaltnigmäßigen Theil des abfoluten Gewichts des Baffers ausmacht, fo fann auch fließendes Baffer, welches diefen Theil durch die Reibung verliert, fo fart nicht brucken als rubendes, welches mit feinem gangen abfolus sen Semichte bructt. Und Diefer Unterfchied Des Druckes muß um befte großer fenn, je foneller fich. Das Baffer bewegt, je größer Die Reigung feines Bodens ift, und je mehr es alfo von feinem Gewichte Durch Die Reibung verfiert. Daber lebet auch Die Erfahrung gang unftreitig, daß Rluffe da, mo fie mit einer beträchtlichen Schnelligfeit an ihren Ufern fortfließen, biefe nicht fo fart bruden als rubenbes · Baffer fie bruden wurde. '

Alle Rluffe baben an den Seiten der Strombabn Buchten und feichte Segenden mit faft vollig mage rechtem Boben, wo bas Baffer nur eine febr geringe Bewegung und faft gar fein relatives Gewicht bat, alfo auch burch die Reibung wenig ober nichts bers In der Strombabn bingegen if ber Abbang viel farter, und bas Baffer verliert bier mehr von Daber bebt es fich auch bier, feinem Sewichte. befonders wenn es eine beträchtliche. Geschwindige feit bat, oft febr merflich über bas Seitenwaffes in die Sobe, weil der Druck von diefem Baffer, nach Berhaltnif ber Sobe, farter ift, als ben Segendruct des fonellhewegten Baffers ber Stroms babn, und biefes alfo mit jenem nicht im Gleicht . gewichte bleiben taun, als indem es fic uber dafe felbe erbebt.

Bas ich von fluffen gefagt habe, gilt auch von Randien und Bafferleitungen, ja feloft in Robe venleitungen richtet fich der Druck des fließenden Baffers nach abnlichen Gefegen. Ju wagrechten Robren flieft bas Baffer blog' burch ben Drud bes Baffers in bem Bebalter, aus welchem fie mit Baffer verforgt werben. Dager murbe es bie Banbe ber Robren gar nicht bracken, wenn feine Reis bung in ihnen mare, außer mit bem gang unber tractlichen Drucke, ber von ber Sobe bes Baffers in den Robren felbft berrührt. Dan fann bei, was ich bier fage, burch bie Erfahrung beftatigen, wenn man bas Baffer aus einem immer vollen Befage burd eine etwas furge magrechte Robce von etwa deep bis vier Auf laufen laft, und die Mand diefer Rabre irgendme in ibrer Mitte fents pecht mit einem fleinen loche burchbohrt. Denn es flieft : durch biefes Loch fein Baffer, fo lange Die Röhre offen ift, weil in einer fo turgen Roore bas Baffer fic gar nicht merklich weibt, alle auch ibre Bande nicht mertlich bencht. Ift aber eine lange wagrechte Robre nabe am Bafferbalter auf biefe Art burchbohrt, fo fließt allemal burch bas fleine Loch eine betvächtliche Menge Baffer, wenn bie Rabre gang vffen ift, und zwar fliest um befts mobreres Baffer burch fie, je langer bie Mibre, und je größer daber in ihr bie Reibung ift. Ders gleichen Erfahrungen beweifen, bag ber Bibers fand ber Reibung, und ber baber rufrenbe Drud bes Baffers auf bie Bande, fich durch die Robs ven, von ihrem Anfange bis jum Ende, gang gleichformig vertheilt. Denn man tann burch ben Ansfing folder : tieinen Doffnungen an der Seite, wenn fie nabe am Gefaße find, allerdings ben Druck bes Baffers auf Die Banbe ber Robren meffen, weil ein volles Befäß mit einer auf biefe Art burchbohrten offnen Robre fich eben fo vere balt, als wenn die Robre berftopft, bag Baffer

abar im Gefife niedriger ware. In diefem gallo aber verhalten fich die Ausfluffe burch gleiche und gloich lange Robren, wie bie Quadratmungeln Der Bafferboben, oder ber Drude auf Die Lochen Und man tann baber ben gangen Druck einer langern ober fürgern Robre richtig vergleichen, wenn bas loch nabe an bem immen wollen Befaffe ift, weil alebann bie Bewegung bes Baffers durch bas loch von der Reibung der Robre gat nicht gefchmacht mirb. Diefes aber murbe nicht Statt finden, wenn das Loch weit vom Ges fåle entferut måre. Daber erbalt man, wenn man in eine wagrechte lange Robre verschiedne gleiche locher bobrt, um beffe weniger Beffer in aleicher Beit burch ein folches loch, je weiter es som Unfange ber Robre entfernt ift: nicht, weil ber Druck auf Die Robre, nach ihrem Ende an, abnimmt, fondern weil bas Baffer, wenn ibm auch ein Geitenausfluß berfchafft wird, fich unumehr in der Rabre geschwinder bewegen muß als vorber, alfo auch feine Reibung alsbann innimmt, und awar um befto mebr, je langer die Robre ift.

herr Boffut hat den Deuct des fliefenden Baft fers auf Robern nach diesen Brundsägen berecht met, und nachher durch eine Reihe sehr genauer Bersuche mit Robren, die nabe an ihrem Anfange auf die augegebne Art durchbohrt waren, geprüft. Seine Berechungen stimmen mit der Erfahrung fo genau aberein, daß man an der Richtigfeit ber Boraussehung, auf welche sie gegründet sind, nicht zweiseln kann.

Das fliesiende Waffer brackt also in Fluffen, Randlen und Wafferleitungen allezeit weniger auf die Ufer und Wande, als es auf sie bracken warde wenn es gang rußig ware. Selbst in einem Gen

fase, worin es eingeschloffen ift, vermindert fic fein Druck auf bas Gofaff, fo bald man biefes öffnet, bag bas Baffer auslaufen tann, menn man es gleich im Gefäße immer auf gleicher Sobe erbatt; weil nunmehr ein Theil feines Gewichts auf Die Bewegung, und nicht auf ben Dend bermenbet Wenn man ein mit Waffer angefalltes Befaß, welches an der Geite eine enge und furge Robre bat, mit verfclofiner Robre an einem Raben aufbangt, und bernach Die Robre offnet, bag bas Baffer aussprigt, so bleibt bas Gefäß nicht lothe recht bangen, fondern nimmt eine fchiefe Lage an, indem es fic nach der ber Robre entgegengefesten Seite bewegt; iblof weil ber Drud bes Baffers auf die eine. Seite des Gefäßes jest abnimmt und jur Bewegung verwendet wirb. Das Baffer vers balt fic bier, fo wie alle andre elaftifche flaffige Materien, welche burch irgend eine Rraft gufammene gebrucht werben. Wenn man eine Dampflagel mit einer fleinen gampe von Beingeift auf ein leichtes Beruft mit Rabern legt, biefes auf einen glatten Tifc fellt, und die Lampe anganbet, fo fangt die Dampffugel an rudwärts in gehn, fo bald das BBaf fer in ihr focht, und ber Bafferbampf and ihrer Mandung fabrt. Eben fo fingen Rlinten, und Res nonen laufen jurud, indem man fie losfenert, und Das Bulver fich jum Theil in eine elaftifche Infeartige Materie verwandelt. And einer anlichen Utface fieht man die Reuerraber fic brebn, und die Rafeten auffteigen.

In einem Sefäße, worin das Waffer dis auf eine gewisse hohe ficht, werden alle untre Wassers theilchen durch das Gewicht des obern Wassers que sammengedruckt, und sie drucken deshalb auch, da sie elastisch sind, mit einer gleichen Kraft nach allen

Seiten auf die Wande des Gefäsel. Diesen Deuck werändert sich ben dem Ausstüsse des Wassers nicht, so lange nur dasselbe im Sessie immer auf einen gleichen Sobe erhalten wird; aber er geht in der Segend der Robre, durch welche das Wasser auss sließt, nicht mehr aufs Sefäß seldst, sondern aufs Wasser, dessen Bewegung dusch ihn erzeugt wird. Daher wird jest das Sesäß selbst von der Seite der Röse weniger als vorder, und von der entgegen gesetzen Seite, noch eben so start gedruckt. Es wird also mit einer Kraft rückwärte getrieben, welche der ganzen zur Erzeugung des Ausstusses nothwens digen Kraft gleich ist.

hierauf grundet fich bie bom herrn bon Gegner erfundue Mafdine von folgender Einrichtung. : Oben um eine ftebende Belle wird ein rundes, unbes wegliches, etwas großes und tiefes Befaß befestigte in welches man bas Waffer leitet. Mas ibm flieft. Das Baffer in ein fleines niedtiges, rundes Sefage welches an der Belle befestigt ift, und fic mit ibr umdrebt. Diefes bat im Boben verschiedug locher, welche bie Mandungen eben fo vieler gerader, und weiter Robren find, die bis nach unten rings um die Welle herabgehn, und unten enge Deffe nungen, alle auf einerlen Urt, nach ber Richtung: ber Tangenten bes Rreifes baben, ben bie Deffnune gen befchreiban, menn fich die Belle brebt. Alieft mun bas Baffer aus bem obern Gefäße in Diefe Robren, fo wird jede, indem das Waffer unten and ibr fprist, radwarts getrieben, und fie fangen daber alle an, fich mit der Belle, an welcher fie fest find, rudwants in breben. Die Wirfung Dier fer Mafchine ift ubrigens fo groß nicht, als man fie gewohnlich berechnet, weil febr viele Bewegung. bund die Reibung bes Waffers to ben Robren,

berfaren geht, und man ben jener Berechnung auf diefen Berinft keine Ruckficht nimmt. Uebers biefes werden die Abhren fehr leicht durch die Unreinigkeiten des Waffers und durch den Fraft verftopft, daher auch diefe Rafchine die Baffers rader in den Rablen nicht verdrüngt hat.

Anweilen erhalt bas Baffer' burch feine eigne Sowere eine fowingende Bewegung, Die ber eines Bendels vollig abulid ift. Es fen ein allenthals ben gleich weiter (fig. 171) bis IL mit Baffer angefällter Dober, beffen stven fotbrochte Arme DE, FG burd einen magrechten Swiftbenarm EF verbunden find. Wird nun aus irgend einer Hes fache in bem einen Arme bas Baffer bis in K erniedrigt, fo bebt es fic jugleich im andern eben fo bod bis in N. Es fleigt alfo, wenn KM wagrecht ift, burd ben Druck ber Gaule NM, aus K wieber besauf. Je naber es aber an I fommt, um befte fleiner wird Die Gagle NM. welche feine Sewegung befoleunigt. Enblid bort in I alle Befteleunigung auf, aber bas Baffer ers bobt fich mit ber einmal erworbnen Befchmindigs feit, wiewohl mit verzögerter Bewegung bis in H. Run muß es wieder fallen, und therhaupt fich volls fommen eben fo fowingen als ein Penbel, von ber Lange CB = HIEFL. Denn es fen CA lothrecht, und ber Bogen BA = HI; fo verbakt fich bie Rraft, welche das Bendel in B troibt, mell bier nur von fter fleinen Sowingungen die Rede ift, jur Sowere bes einfachen Benbele, wie BA:CB (40. Brief). Aber in demfelben Berhaltniffe ift auch die Rraft, burd welche bas Baffer in jedem Bunfte, als H. befdleunige wird, ju feiner gangen Gowere. Denn jene Rraft ift wie die Gaule N M ober HIE, ju ber Caule IEFL. De nun ber Deber effentbalt

den gieich meit ift, so beshalten sich jeme Mänlem wie die Linien HK und IEFL, ober mie & HK cLIKFL — HI: CB — BA: CB. Da also in beiden Fäsen die Kräfte einander überall gleich sind, so mus auch das Wasser im Deber sich oben so swassen und bermuter dewegen, als das Pendel CB von der Länge & IKFL sich hin und her schwingt. Sie sehn hieraus, wenn die Höhe der beiden Wassersäulen in einem solchen Deber versteinert wied, das auch die Zeich in weichen das Wasser herauf und herab steigt, wie die Quadvarvungel dieser Höhe, zunehmen nacher abnehmen musse.

Auf eine abnliche Art bewegt fic bas Baffen wenn man auf feine rubige Oberflache einen Stein wirft. Es erhebt fich rund um die Berticfung. welche ber Stein in ihm macht, und fallt von der andern Geite wieder bernnter, wuburch bie Obers flace aufs neue bertieft, und fich bon der andern Solte an erbeben genotbigt wird. Go entfiebn um ben Bunft, ben ber Geein getroffen bat, ringe bernm Rreife auf ber Obenflache bes Buffers, Die fich immer weiter verbreiten , bis fie juipet gang unmerflich werden. Es fen ABCDE (fig. 172) ein geraber Durchfchnitt bes gefraufelten ABaffers Durch ben Mittelmunft bet Arrife, fo beißt jebe Ets pohung B over D, non A bis C, over ben C, bis K serranet, eine Beile, und AC oder CE, ihre Be eite. Da biefe Bewegungen ebenfalls nugemein Biein find, fo muffen fie, wenigstens febt nabe, mit Den Schwingungen in einem Deber aberrintogemen. ungeachtet bier bas Waffer fich in geraden, bert aber nach frummen Linien bewegt. Daber wird jebe Belle ibre Breite ukemal in geleber Beit buechlaufen, in welcher fich namlich ein Pendel von der halben Lange

vier Mal: gebhern lange ABC ein Mal ober eins von der vier Mal: gebhern lange ABC ein Mal schwingt. Da nun dest frummen Linien von einer geraden wenig verschieden sind, so kann man sagett, daß eine Welle don der Breite von ungefahr 3 Fuß 8 Lin. ihre Breite in einer Gekunde dunchkuft, weil das Sekundens pendel ungefahr so kang ift, und daß sich die Gesschwindisseiten der Wellen überhaupt, wie die Dunas dratwurzeln ihrer Weelten, vorhalten. Mehrere im Wasser neben einander gemachte Vertirfungen euregen und mehrere Softeme: konzentischer Kreise, die sich durchktenzen, ohne einander in Unordnung zu beingen.

And Die Wellen, welche ber Wind auf bem Meers ober andern gesten Gewäffern erregt; baben eine fcmingenbe, obglebch febr unregelmößige: Bemes Er vertieft durch feinen fchiefen Staß an ber foiednen Stellen bie Dberflache ber Bewaffet. Baffer erhebt fich: baber rings um die Bertiefung. und fallt von der andern Beite mit befindenniater Beweguttg wieder berat , macht eine wede Bentiefung und ficiat aufs neue mit verzogester Bewedung auf. Se mebr bie Starfe bes Bindet gunimmt, und je größer Die Meere find, um befis bober werben die Wellen. Saben fie aber einmal eine gewiffe Sobe und Breite erveicht, fe muß ber anbaltenbe Sturm fie oft mehr verfleinern als vergrößern, weil er fie oft niederbeudt, indem fie auffleigen wollen. Dierin liegt unfehlbar ber Grant, marum bas Reer, menn ein beftiger Sturm mibalic nachlaft, Anfange beb det Windfille noch biber aufdwillt, und größere Wollen bildet als vorber. Gelbft die Bewegung ber Chbe and Alath mus man als eine Art son fowins gender Benfegung aufeba, Die immer noch eine Beit lang fortbanert, wenn gleich ibre erfe Urfache ju wirfen aufechart batt I.

## Anmerfung.

z. Soon vor vielen Jahren habe ich bep einem kleinen Fluffe, der in einer Segend an einem langen bollernen Bollwerke sehr schnell fortstoß, bemerkt, wenn das Wasser des Flusses durch köcher, in der Liefe hinter das Bollwert treten kontte, und daselbst ruhig kand, daß es sich daselbst nie so hoch exhob, als es im Flusse war, sondern allenthalben merklich niedeigen fland.

# Banf und fechzigftet Brief.

Das Waffer fibst, wenn es fic bewegt, auf alle Rorper, die ibm im Wege fiebn, und es wird, wenn es rubt, von festen Rorpern, Die man in baffelbe taucht, ober verfenft und bewegt, fortgeftogen. fer Stoß ift von dem Stofe fefter Korper fehr vere fcieben, und es ift nicht nur in Unfebung ber Dafs fermafdinen, fondern auch in andern Abfichten, febr nublich, Die Gefete beffelben ju tennen. , Er ift ebene falls entweder gerade oder ichief. Ben bem geraden Stofe ift die ftogende Bafferader fenfrecht gegen die Ebne gerichtet, auf welche fie fiogt, und wir mollen Die lettre Unfangs als unbeweglich annehmen. Da bie Baffertheilchen nicht auf einmal ftogen, fondern nach und nach in eines fort gegen bas unbewegliche Sins Derniß getrieben werden, fo verbreiten fie fich nach allen Seiten auf der Ebne febr weit auseinander. If die Ebne magrecht, und fallt bas Wasser lothe

recht auf fie, fo frummt fic bas Beitenwaffer rings. umber auf einerlen Urt, indem es fich der Cone habett, und bebalt noch immer einen gewiffen Theil feiner aufänglichen Bewegung, indem es Die Cone Denn follte es Diefe Bewegung burch ben Stof galff berlieren, fo mußte es in affen feinen Theifen eine ber Cone vollig parallele Richtung haben, indem es von ihr abfließt. Diefer Rall findet aber fowerlich jemals Statt, wellt gleich Die Ebne noch fo groß ift, fie mag nun die wage rechte ober auch eine andre lage haben, indem bie Bafferaden fentrecht auf fie fibft. Benn wir aber indeffen annehmen, bag ber fentrecte Groß gang vollständig ift, und daß die gange fentrecht gegen die Ebne gerichtete Bewegung der Baffer aber burd ihn verforen geht, fo feben Ste leicht, daß ber Stoß, ober ber Wiberftand, den Die ges ftofine Ebne bem Baffer entgegen fest, ber Rraft votig gleich fenn muß, burch welche jene Bewegung bervorgebracht wird. Diefe Rraft aber erhalten Sie, wenn Sie einen Durchschnitt e in ber Bafferabet mablen, burd welchen alle ihre Thelichen fenfrecht gehn, und untersuchen, ju welcher Sobie a die Ges fowindigfeit in jenem Durchsonitte gebort. Das Gewicht einer Bafferfaule auf Diefem Durchs fonitte, als ibrer Grundflache, und von ber bops pelten bobe ber Sefdwindigfeit in ibm, ift ber Rraft gleich, welche Sie fuchen; \*) und eben fo groß ift alfo auch bie Rraft bes vollftandigen geraben Stoffes.

Läft man aber aus einem immer vollen Sefaße eine Wasserader auf eine Platte senkrecht ftoßen, Die auf dem einem Ende eines Wagebalken befestigt ift, bessen andtes Ende man so lange mit Gewichten beschwert,

<sup>\*)</sup> Man febe ben given und fechaigften Brief.

befchwert, bis er mabrend des Stoffes in vollfomms nem Bleichgewichte bleibt, fo findet man den Stof, wenn fonft die Platte nur groß genug ift, allejeit größer, als das Bewicht einer Bafferfaule von der Grundfläche e, und ber Sobea. Er ift aber auch um To um Ro ober um To fleiner, als bas Gewicht einer Bafferfaule von Doppelter Dobe, wenn gleich die Platte, welche ges Rofen wird, a, 3 bis 5 Mal im Durchmeffer größer ift, als der Durchfcnitt e der ftogenden Bafferader \*). Diefes rubrt blog baber, bag bas Baffer nach bem Stofe noch einen beträchtlichen Theil feiner anfange lichen Bewegung übrig behalt, mit welchem es bie geftofine Cone verlagt. Daber ift unter übrigens aleichen Umftanben ber Stoß um befto unvollftanbis ger, je meniger ber Durchichnitt der Bafferader von Der geftognen Ebne an Grafe übertroffen wird, und bies fes gebt fo weit, daß, wenn beibe einander gleich End, ber gerade Stoß nur balb fo fart ift, als et eigentlich fenn follte; ju einem Beweife, bag in Dies fem Ralle Durch ibn nur Die Salfte Der fentrechten Bewegung des Baffers vernichtet wird.

Man tann aber die Starte des geraden Stos bes auf eine Ebne, welche dem Durchschnitt der floßenden Aber gleich ift, entweder auf die bereits angezeigte Art durch die Erfahrung untersuchen, der auch aus dem Widerstande, den rubendes Wasser einem auf ihm schwimmenden Gefäße entgegensett, dessen vordre Wand eine Sone ist, die man nach einer sentrechten Richtung im Wasser fortzieht, herleiten. Wit ähnlichen Gefäßen haben vor nicht langer Zeit einige der geschicktesten Ranner in Frankreich eine Reihe sehr genauer Versuche über den Widerstand des Wassenauer Versuche über den Widerstand des Wasse

<sup>\*)</sup> Bossut Traité elem. d'Hydrodyn. T. II. Comment. Petropol. XI.

fers gemacht, und ben geraden Bafferfiof auf eine welche bem Durchschnitt der Bafferader gleich ift, bem Gewichte ber Bafferfaule ac faft gleich gefunden. Denn Sie begreifen leicht, bag es ben bem Stofe gang gleichgultig ift, ob fic Das - Baffer bewegt und auf eine rubende glade fibft, ober ob die Rlace gegen das rubende Baffet auf eine gleiche Art bewegt wird, weil bier alles bloß auf die relative Bewegung des Baffers und ber Rlache gegen einander anfommt. Auch die altern Berfuche bes Bougber geben ben geraden Bafferftof auf Ebnen, welche ben Durchichnitten ber ftogenden Abern gleich find, eben fo groß an; und obgleich berfelbe, nach neneren in. Dentfche land gemachten Bersuchen, um I sber & großer au fenn fcbeint, ale bas Gewicht ber Bafferfanle ae, fo geht man bennoch mabl am ficherften, wenn man fic an die Frangoficen Erfahrungen balt, Die mit ber außerften Genauigfeit ins Große ges macht worden find.

Ich habe übrigens bisher immer fillschweigend vorausgeset, daß die Are der walzenstrmigen oder prismatischen Wasserader ben dem Stoße durch die Mitte der gestoßnen Ebne geht, und ich will, der Deutlichseit wegen, fünftighin einen solchen Stoß einen zentralen Wasserstoß neunen. Die Erfahrung lehrt von ihm, wie ich bereits gesagt habe, wenn er gerade, und wenn der sentrechte Durchschnitt der Wasserader = e, die ihrer Ses schwindigkeit zusommende Sobe aber = a if,

1) daß feine Starte, wenn die geftofine Ebne Durchschnitte e gleich ift, dem Gewichte der Baffersaule ne gleich wird, ober wenigstens nur febr wenig größer ift;

- 2) daß fle, wenn jene Ebne größer ift, als e, allemal merklich größer wird, als ao, aber doch nie das Sewicht der doppelten Saule 2 ac erreicht, sondern um Too oder To fleiner bleibt, als daffelbe, wenn die gestofine Ebne im Durchmesser 3 bis 4 Mal größer ift, als e.
- 3) daß ben einerlen Ebne und Bafferader sich die Starte des Stoßes allemal und in allen Fals len verhalt, wie das Quadrat der Seschwindigs teit des Stoßes, oder wie die Sohe a, zu welcher diese Geschwindigkeit gehört.

Bas den geraden etzentrischen Bafferftof anbetrifft, ben' g. B. eine im Baffer nur gum Theil verfentte Ebne leidet, wenn fie fentrecht fortgezogen wird, fo ift er allezeit etwas größer, als das Bewicht ber Bafferfaule a e. Denn man faun in Diefem Ralle ben Durchfdnitt e ber fto, Benden Bafferader nicht größer annehmen, als Derjenige Theil ber geftoffnen Cone ift, ben bas Baffer bedecken murde, wenn alle feine Theilchen bis auf die Ebne gang gerade fortgingen; weil Der übrige Theil der Aber nicht fibft, fondern ben der Ebne vorbengebt. Run fann aber bas Baffer alsbann, wenigftens von einer Seite, nicht fo ungehindert meiter fortgebn und die Ebne vers laffen, ale wenn Diefe überhaupt nicht größer mare, als der Durchschnitt e. Folglich ift der Stof alsdann auch allemal etwas größer, als er in bem lettern Falle fenn marbe. hierzu fommt, bag ben Blachen, Die jum Theil ins Baffer verfenft find, das obre Baffer, Deffen Abfluß eigentlich, wegen ber hervorragung ber Blace ube bas Daf: fer, am meiften gehindert wird, fich erhebt und Die Blace von vorn bruckt, da indeffen jugleich von hinten das Baffer niedriger febt, als es,.

wenn bie Rlache rubte, fteben marbe. Denn bies fer Unterschied des Druckes muß nathwendig den Biderftand vermebren, ben Die bewegte Rlace im Baffer findet. Affein bennoch lehrt die Ers fahrung, bag diefer Bumachs des Biderftandes, ben einer etwas langfamen Bewegung, Baffer Beit genug laft, bon ben bobern Dertern nach ben niedrigern abzufließen, nicht merflich if, es mußte benn die bewegte Blache febr breit fenn. Indeffen macht er, daß ber gerade Biberfand ober Stoß des Baffers, ben einerlen Chne, einem etwas größern Berbaltuiffe macht, bem ber Quabrate ber Gefdwindigfeiten, und bes verfdiebnen Conen, die mit einerlen Sefdwindige feit fortgebn, in einem etwas größern, als in bem ibrer eingetauchten Theile, welches aber nur von ber Breite Diefer Theile ju berfiehn ift. je größer biefe wird, um befto meniger fann bas oben an ber Cone fic anbaufende Baffer, ben Seiten ju, fonell genug ablaufen.

lleberbanpt wird ber Biberftand und ber Stof Des Baffers burch alles vermehrt, was ben Abfing deffelben erfdwert ober binbert. 11m jeden ins Baffer getanchten Rorper entfieht, wie Sie wiß fen, wenn er fich vorwarts bewegt, ein gluß von born nach binten, ber an feinen Seiten und unter ibm fortgebt, und einen gemiffen Blat braucht, wenn er ungehindert ju Stande fommen foll. Daben bewegen fich Schiffe in engen ober wenig tiefen Ranalen viel schwerer, als in weiten und tiefen; eine Bemerfung, Die man ben ber Unlage ber Randle, jur Erleichterung ber Schiffabrt, nie aus der Acht laffen follte. Bermbae ber oben ermabnten in Franfreich gemachten Erfahrungen aber ben Biberftand bes Baffers fceint es, bal

oin Ranal wenigstens funf Ral so breit, als bas breitfte Soiff, fepn, und bag biefes fich bochftens auf & feiner gangen Tiefe in fein Baffer einfens ten muffe, wenn der Klug des Waffers fo fren, als in einem unbegrentten Gewäffer, fenn, und durch die Erfcmerung beffelben der Biders Rand des Baffers nicht merflich vermehrt werden Aus eben Diefer Urfache ift auch ber gerabe Biberftand ober Stof, nur in unbegrengten Ges wäffern, fo groß, als ich ibn oben angegeben habe, in febr engen aber mertlich größer. AR. einem Serinne g. B. welches bas Baffer Schaufeln eines unterschlächtigen Rabes zuführt, und fo gebant ift, bag bas Baffer fic por ben . Shaufeln anbaufen muß, auf welche es fibft, obne von unten oder von den Seiten fo leicht abfließen ju fonnen, ift, nach der Berficherung bes herrn Boffat, ber Stof viel großer, ja bene nabe doppelt so groß, als das Gewicht der Bafe ferfaule a c.

Benn nicht nur bas Baffer, welches auf eine Rlace fibet, fonbern auch diefe jugletch, fich bes wegt, fo bangt die Starte bes Stoffes, wie ich fcon oben ermabnt babe, bon ber relativen Ges fcwindigfeit beider Rorper ab. Bewegt fich i. B. Die flace gerade gegen Die aufftogende Bafferader, fo muß man ihre Befdwindigfeit und die ber Baf ferader addiren, um Die Sefdwindigfeit Des Sto fes ju erhalten. Bewegt fic aber bie Rlace mit ber gerabe auf fie ftogenden Aber nach einerles Richtung, fo muß man ibre Geschwindigfeit von ber, mit welcher das Baffer fortgebt, abziebn. Stoß ift alsdann eben fo fart, als wenn bie Rlace rubte, und die Bafferaber mit bem Unterfchiebe beider Gefdwindigfeiten gerade auf fie fliefe. Denn

bewegte fich das Waffer nur eben so schnell, als die Fläche, so tonnte es fie gar nicht kosen. Also fibst es fie nur mit dem Ueberschusse seinen Seschwindigsteit. Wenn daher eine Fläche, welche von einer gleichsbruig fortgebenden Wasserader gestoßen wird, Anfangs ruht, nachber aber, nach der Richtung des immerfort stoßenden Wassers sich zu bewegen aufängt, so ist Ansangs der Stoß am stärtsten, nachber aber wird er schwächer, und zwar um desto mehr, je mehr die Geschwindigkeit der Fläche zunimmt; und bewegt sich endlich diese eben so schnell, als das Wasser, so hört er gänzlich auf.

Auf Diefe Urt nimmt and ber Stof auf Die Dublenrader, Die man unterfolachtige neunt, weil fie von unten durch bas Baffer bewegt werden, Anfanas ab. Das Baffer fließt unter ibnen immer mit gleicher Schnelligfeit fort; Die an ihrem Umfange befestigten Breter aber, welche man die Schaufeln ber Raber neunt, tauchen eins nach bem andern im Baffer unter, und werden von ibm fortgeftogen. Durd Diefeb. Gtoß fangt ein unterfolachtiges Rad fich umtubreben, und zwar Anfangs mit bes foleunigter Bewegung. Aber in furger Zeit fommt das Rad in seinen Beharrungszustand und es drebt fich gang gleichformig, ungeachtet bie Gefdwindigfeit feiner Schaufeln nicht fo groß ift, als bie, mit wels der das Baffer fortgebt. Denn feiner Bewegung widerfieht die Reibung nebft andern Sinderniffen, die man allemal zusammengenommen als eine gaft P anfebn fann, welche in einer gewiffen Entfernung b von der Are der Welle des Rades angebracht ift. Co bald bas Moment diefer Laft bP bem Momente bes Bafferftoges, an ben Schaufeln gleich ift, fo bort, wie Sie leicht feben, alle weitre Befdleunigung des Rabes auf, obgleich ber Stof noch immer fortbeuert.

Ift nun der Bafferftof auf jebe Schaufel = I, und R bie Entfernung bes Mittelpunfts jeber Schaufel von ber Are' der Bolle, fo wird IR bas Moment Des Bafferftofes. Alfo ift im Bebarrungszuftande bes Nades IR = Pb, und I: P = b: R. nun C die Gefdwindigfeit jenes Mittelpunfts, und c die Gefdwindigfeit ber laft, in der Entfernung b; fo wird, ben ber gleichformigen Umdrehung bes Ras bes, and C: c = R: b = P: I, also and Pc = IC. Da man nun die Wirfung einer jeden Mas foine aus bem Produtte ber gaft, welche beweat wird, und ber Geschwindigfeit ibrer Bemegung bes urtheilt, fo fann man auch fagen, bag bas Produtt IC dem Effette ber Dafcine gleich fen, welche burch Das geftofine Bafferrad bewegt wird.

# Seche und fechzigfter Brief.

Wenn das Wasser mit der Seschwindigkeit K auf die Schauseln eines unterschlächtigen Rades sidst, deren Mittelpunkte, wie wir letthin vorausgesett haben, mit der Seschwindigkeit C ausweichen, so ist K—C die relative Seschwindigkeit, oder die eis gentliche Seschwindigkeit des Stosses, den die Schausseln leiden. Ik daher dieser Stoss gerade, so vers halt sich I allezeit, wie (K—C)<sup>2</sup>, weil die Schausseln alle von gleicher Stosse sind, und auch die stossende Wasserader sich immer gleich bleibt. Folglich verhalt sich der Effett des Rades, oder der durch das Rad bewegten Waschine, welcher — IC ist, wenn die Waschine sich in ihrem Beharrungszustande

befindet, wie (K — C)° C. Parent hat juerft 1704 gezeigt, daß dieses Produkt am größten ift, wenn C =  $\frac{1}{3}$  K ift, oder wenn die Seschwindigkeit der Schausel  $\frac{1}{3}$  von der Seschwindigkeit des Wassers der trägt. Daher mußte eine jede Maschine, die durch ein unterschlächtiges Rad bewegt wird, so angeords net werden, daß die Mittelpunkte der Schauseln des Rades sich im Beharrungszustande der Maschine mit dem dritten Theile der Geschwindigkeit des aufster genden Wassers bewegen.

Es bewegt fich aber das Waffer unter einem Rade, indem es auf die Schaufeln deffelben ftoft, allemal etwas schneller, als mit der Seschwindigkeit K, die es in einiger Entsernung vom Rade hat, weil die Schaufeln selbst, indem sie sich in dasselbe tauchen, sein Bett verengen, und immer mehr, als eine Schaufel, jugleich gestoßen wird. Dieses ist uns sehlbar die vornehmste Ursache, westhalb, wie die Ersahrung lehrt, die vortheilhafteste Seschwindigs keir der Schauseln allemal etwas größer sepn muß, als  $\frac{1}{3}$  K. Herr Bossut fand sie durch besondre dess halb angestellte Versuche sehr nahe  $\frac{2}{3}$  K.

Fande man übrigens, daß, den einer gewissen Seschwindigkeit der Drehung des Rades, die Reis bungen oder andre Hindernisse, deren Momente man in jeder Maschine, so viel, als möglich, vers mindern muß, zu groß werden, so kann man dieselbe, so viel man will, ohne Rachtheil des Effekts, verkleis nern. Denn C. ift bloß die Seschwindigkeit des Mittelpunkts der Schauseln, C aber die Winkelges schwindigkeit des Rades. Soll also dieses sich langs sames drehen, so darf man es nur größer machen. Denn je größer b ist, um desto kleiner wird C.

Wie haben bisher ben geraden Wassersiens ber trachtet, und der schiefe sallte sich, unter übrigens gleichen Umfanden, ju dem graden, wie das Quas drat des Sinus des Winkels, unter welchem das Wasser auf eine Ebne sicht, zu dem Sinus totus verhalten. Man sindet ihn aber immer merklich kleiner, wenn man eine danne Wasserader auf eine Platte, die etwas größer ist, als ihr Durchschnittz gentral, und zuerst gerade, hernach schief, ausster ben läßt. Denn eine solche Platte verhält sich ben dem schiefen Stose eben so, wie eine kleinere bes dem geraden, welche das Wasser, wie Sie wissen, wie so start stost, als eine größer Platte, weil es von ihr leichter und schneller absließen kann.

Aber gang anders verbalt fic die Sache, wenn eine ins Baffer verfentte Ebne, nach einer auf fie fchiefen Richtung, durch bas Baffer bewegt wird. Biebt man ein im Baffer fdwimmendes Gefaß, wels des vorn zwey ebne Seiten bat; Die unter einem ges wiffen Bintel gufammenlaufen, nach ber Richtung feiner Are fort, fo findet man ben Biderftand ober ben ichiefen Stoß bes Baffers auf jene Seiten alles geit größer, als er nach Berhaltniß bes Quabrats Des Sinus bes Stogwinfels fenn follte. bas Baffer fann nach bem Stofe nicht anders abe fliegen, als langs jenen Seiten, und es reibt fich Daber an ibnen, indem es abfließt. Aus Diefer Reis bung aber entftebt ein befonderer Druct auf Die Seis ten; welcher ben Biberftand vermebrt. Denn bas vorausfliegende Baffer fann bem nachfolgenden nicht geschwinde genug ausweichen, weil es durch die Reis bung an den Seiten oder Banden bes Gefäßes nach und nach immer mehr aufgebalten wird. brudt Diefes auf jenes, und biefen Drud empfindem auch die Bande wegen der gebertraft bes Bafferd.

Er wird aus zweren Urfachen um befto größer, je Heiner ber Stofmintel ift. Denn Die Reibung macht auch bier, wie die Riaden, auf welchen fic bas Baffer reibt, und wie bas Quabrat feiner Sefchwins Bene Blachen aber werben, unter abrigens gleichen Umftauben, um beffo größer, je fleiner ber Stofwinfel ift. Denn wenn AC (Rig. 86) Die bals be Breite bes Gefäßes, AB aber die eine reibende Band vorftellt, fo ift biefe, wenn AC immer von gleicher Größe bleibt, um befte größer, je größer BC, und je fleiner alfe ber Stoffwintel ABC ift. Aber auch die Gefdwindigfeit bes Riuffes an ben Banden bes Gefäßes nimmt ju, wenn ber Stoffs Denn wenn Gie fich vorftellen, minfel abnimmt. daß AB rubt, und das Baffer mit einer gewiffen beständigen Geschwindigfeit, nach der Richtung BC, auf BA auffioft, welches eben fo viel ift, als wenn Das Waffer rubte, und AB diefe Gefcwindigfeit batte, fo feben Sie leicht, wenn Sie biefe Bewes gung in eine mit BA parallele und eine auf BA fentrechte auflosen, bag die erftre um befto großer fenn muß, je größer BC, in Anfebung ber beftans Digen Linie AC, ober je fleiner ber Stofwinfel ABC wird, weil fie fich, wie ber Rofinus Diefes Bintele, verbalt. Dierzu fommt, bag bas Baffer bot bem Gefage fich nicht immer auf einerlen Art theilt, und erhebt, fondern bald mehr bald weniger jufammenbrangt, indem es nach ben Seiten abfließt, nachdem die Spige bes Gefäßes ftumpfer oder fpigis ger ift, alfo and die Banbe ber Spige aus biefer Urface bald mehr bald weniger brudt. Alle Diefe Umftanbe verurfacen, baf ber Stof auf bie Bande ber Spige, wenn er auch noch fo fchief ift, ober vielmehr ber gefammte Biderftand, ben bie Bande im Baffer leiben, nie weniger ausmacht, ale & bes

geraden Stoffes, und daß er überhaupt ben weitem fo ftart nicht abnimmt, als er, nach Berhaltnif des Quadrats des Sinus des Stoffwinfele, abnehe men follte.

Mus diefer Urfache lagt fic auch ber Wiberftand, ben edige oder frumme Flachen im Baffer leiben, burch Rechnung nicht bestimmen, fondern man muß ihn durchaus in jedem porfommenden Ralle burch Die Erfahrung fuchen, wenn man ibn juverlaffig tens nen will. Rach ben Berfuchen bes herrn von Borda' verhalt fich der Widerftand, Den eine gang verfenfte Rugel, wenn fie im Baffer bewegt wird, leidet, wie Das Quadrat ihrer Gefdwindigfeit; und ber Bis berftand ift, wenigstens ben fleinen Gefdwindigfeis ten, faft vollig gleich groß, es fev nun, daß man Die gange Rugel, ober auch nur die halbe, aber mit ihrer frummen Glache nach vorn gefehrt, unter bem Baffer, gegen daffelbe bewegt. Der Biderftand, ben Die Rugel felbft leibet, verhalt fich jum Bibers ftanbe ihres größten Rreifes, wenn man Diefen nach born febrt und gegen bas Baffer bewegt, ziemlich genau, wie 2 : 5; und er ift oft großer, wenn die Rugel bloß auf bem Baffer fcwimmt, als wenn fie gang barin verfenft ift, er wachft auch im erftern Falle etwas ftarfer, als bas Quadrat ber Gefdwins Digfeit der Rugel.

Der Stoß und Widerstand der Luft verhalt sich völlig eben so, wie der des Wassers. Man kann ihn ebenfalls ben eckigen oder krummen Flächen, und überhaupt nicht berechnen, wenn er schief ift, ja oft wächt er, nach den Ersabrungen des herrn von Borda, wenn er nach der Theorie abnehmen sollte, so wie der Wasserstoß eine ahnliche Erscheinung zeigt. Der gerade Stoß der Lust auf eine Sbne verz

palt sich immer wie das Quadrat der Seschwindigseit des Stoses, er machst aber ben gleichen Seschwindigseiten etwas karter, all im Berhaltnisse der Stonen, unfehlbar weil die Luft von größern Sonen, nach Berhaltnis, etwas karter zusammengedrückt wird. Man fann daher auch nicht so unbedingt annehmen, das der gerade Stoß der Luft auf eine Sone dem Gewichte einer Luftsaule auf dieser Sone, als ihrer Grundsläche, und von der höhe, zu wels cher die Geschwindigkeit des Stoses gehört, vollsome men gleich sen; oder das der Widerstand in Nates rien von verschiedner Dichte sich, unter übrigens völlig zleichen Umständen, ganz genau, wie die Dichte, verhalte.

Wenn ein Körper in der Luft, oder im Wasser, oder in einer flussen Materie fällt, so verliert er erstlich wegen der Schwere dieser Materie, einen Theil seines Gewichts, und fällt nur mit dem Uebers schusse desselben. Wiegt er z. B. in der Luft 500 Gran, eine Menge aber derjenigen Luft, in welcher er fällt, von gleichem törperlichen Inhalte, 20 Grane, so ist das vollständige Gewicht des Körpers im leeren Naume von 520 Granen. Er fällt aber in der Luft nur mit einer Lotalkraft 520 — 20 Granen, also mit einer Elementarkraft, die sich zu der Elementark kraft der Schwere, wie  $\frac{520}{500}$ : I verhält.

Durch diese Rraft wird er beschlennigt. Je mehr er aber im Fallen beschleunigt wird, je mehr seine Ses schwindigkeit wächt, um desto größer wie der Wiederstand der flussen Materie. Seine Beschleunis gung nimmt also immer mehr ab, und sie muß gang aushören, so bald der Widerstand dem Ueberschusses Bewichts gleich wird, mit welchem der Körper fälle.

Alsbann bat ber Rorper ben bochen Grab ber Bes fowindigfeit erreicht, ben er im Rallen erreichen fann, und ben er nachber unverandert bepbebalt. Er ift um befto großer, je mehr ber Rorper Die Das terie, in welcher er fallt, an eigenthumlicher Sowere Es läßt fic jeigen, Abertrifft und je größer er ift. Dag er Diefen bochften Grad ber Befcwindigfeit eis gentlich nie vollfommen erreichen fann. 6 Indeffen verbalt fic die Sade bier eben fo, wie ben ber Reis bung des Baffers auf wenig geneigten Ebnen. Benn ber Rorper febr leicht oder febr tlein ift, fo bort felbft in der Luft, in furger Zeit alle mertliche Befdleunis gung feines Ralles auf. Go fallen fleine Rebern, Studden Bapier, und anbre abulide Rorper faft ohne die geringfte merkliche Beschleunigung in ber Luft, und Die fcmachfte Bemegung ber Luft verane bert ihre Richtung. Go fallt auch ber Sonce; und felbft der Regen wird nicht merflich beschleunigt, weil Ach feine Eropfen um besto mehr theilen, je tiefer fie fallen. Aber bie Gefdwindigfeit der hagelforner tft oft anfebnlich, befonders, wenn fie mit einem . Sturme fallen. Daber ift oft ber Sagel fo gewalts fam und zerftorend in feinen Birfungen. Indeffen werden dennoch immer auch die fdwerften Rorper febr merflich verzogert, wenn fie in ber Luft fallen. Selbst dichte Blepfugeln von 2 Bollen im Durchmefe fer, fallen, nach Defagnliers Berfuchen, in 41 Ges funden, in der luft an 30 guß weniger tief, als im leeren Raume, und ein eigentbamlich fcmereres Pendel fowingt fic in der Luft mertlich foneller, als ein eigentbumlich leichtres.

Eine Rugel mag fich in der Luft, oder in einer andern fluffigen Materie bewegen, nach welcher Seite, und auf welche Urt man immer will, so findet fie

allejeit, ben einer gleichen Gefdwindigfeit, einen gleichen Biberftand, weil fie fic von allen Seiten abnito ift. Daber bat Memton ju feinen Berfuchen über ben Biberfand fluffiger Materien vorzäglich Rugeln gebraucht. Denn er war ber erfte, welcher Die Theorie diefes Widerstandes auf fichre Grundfage juruckjubringen suchte. Er lief Rugeln fich in bers fdiednen fluffigen Materien, als Pendel, fowingen. Er ließ fie im Baffer und in der Luft gerade berunter fallen. Befonders find die Berfuce berühmt, Die auf seine Beranftaltung in ber Paulefirche ju London mit Augeln gemacht murben, welche man von vben aus der Ruppel berunterfallen ließ. 7 Mue Diefe gabireichen Berfuche fegen es außer Zweifel, bag ber Biderftand, ben eine Rugel ben ihrer Bewegung in ber luft oder im Baffer findet, wie bas Quadrat ibrer Geschwindigfeit gunimmt. 3mar bat nachbet Robins aus einigen mit Rugeln, Die er gegen ein eifernes Pendel abichof, gemachten Berfuchen ger foloffen, daß ber Widerftand ber Luft gegen Augeln, ben febr großen Sefdwindigfeiten, in einem viel größern Berbaltniffe machft; allein er bat ben bem Stofe der Rugeln auf das Pendel auf die Federtraft derfelben gar feine Rucficht genommen, welches er boch hatte thun follen, und ebendefhalb find die Rolgen gang unficher, Die er aus feinen Berfuchen Außerdem bat herr von Tempelboff deuts lich gezeigt, daß Remtons Theorie von der Zunahme Des Biderftandes im Berbaltniffe ber Quadrate ber Geschwindigfeit mit den genauesten Erfahrungen über abgeschofine Augeln und geworfne Bomben fo genau übereinstimmt, als man es nur immer mit Grunde ermarten fann.

<sup>\*)</sup> Man febe ben fechzigften Brief.

Ich habe gefast, daß, nach den Berfuchen des herrn von Borda, der Widerstand einer Angel nur z von dem geraden Widerstande ihres größten Areises ausmacht; aber der lettre Widerstand scheint etwas größer zu sepny als das Sewicht der einsachen Saule a.e., wenn man unter e die Flache des größten Areis ses, und unter a die der Geschwindigseit der Flache zusommende höhe versteht. Daher ist auch der Wisderstand der Augel selbst, nicht = \frac{2}{3} a.e., sondern = \frac{1}{3} a.e.; wenigstens stimmt diese Boraussehung, nicht aber die erste, mit allen Versuchen Rewtons vollsoms, men überein.

### Anmerfungen.

1. Man theile eine Linie AB (Kig. 98) die ich 1 nennen will, in C in 2 Theile; BC sep = \frac{1}{3}, AC = \frac{2}{3}; so ist AC + BC = \frac{2}{3} + \frac{7}{3} = 1 und AC^\*. BC = \frac{4}{27}. Theilt man sie nun hiere auf durch irgend einen andern Punkt D auf eine andre Art, so sep BD = \frac{1}{3} + x, wenn CD = x ist, und AD = \frac{2}{3} + x; also wieder BD + AD = 1 und AD^2. BD = \frac{4}{27} - x^2 + x^5. Unu ist x allemal offendar ein Bruch, also x immer kleis ner, als x . Golglich ist auch allemal \frac{4}{27} - x^2 + x^5 seiner, als \frac{4}{27}, es sep denn das x = 0 ist. Golglich ist das Produkt von AC^2. BC ein Größetes, wenn BC = \frac{1}{3} AB ist.

Stellt nun AB die Geschwindigseit K des Baß sers, und BC die Geschwindigseit C der Schauseln vor, so ist AC = K - C. Also ist  $(K - C)^{*} \cdot C$  ein Größtes, wenn  $C = \{K \text{ ist.}\}$ 

2. herr Boffut machte feine Berfuche mit einem unterfchlächtigen Rade, von 3 guß und fast 2 3ollen

im Durchmeffer, dem er einmal 48, das andremal nur 24 Schaufeln gab. Es hing in einem Mahilengerinne, und um seine Welle war ein Seil ger wunden, welches um eine Rolle ging und ein Ses wicht hob, indem das Rad sich drehte. Aus der Größe dieses Gewichts und der Menge der Umläuse, welche das Rad, da es sich schon gleichsbruig drehte, in 40 Sekunden machte, berechnete herr Bositt den Effett desselben, und fand, wenn er am größten war, das die Mittelpunkte seiner Schauseln 3 von der Geschwindigkeit des Wassers hatten, die er durch besondre Versuche, in einiger Entsernung vom Rade, genan bestimmte.

3. Wenn eine Bafferader CABD (Fig. 99) fcief unter bem Wintel CAB = ABH = m auf Die Cone AB ftoft; fo gerlege man ihre Bewegung BH in die mit BA parallele, und in die auf BA fentrechte AH. Es ift flar daß das Baffer bloß mit Der lettern auf AB fibst, mit ber erftern aber pas rallel mit Diefer Cone fortfließt. Daber ift Die Bes megung bes Stoffes = BH . sin. m. Kerner wird Der Stoß unter Die gange Cone BA vertbeilt, ans Ratt bağ er, wenn bas Baffer gerade auf BG ges ftoffen mare, nur von B bis G gegangen fenn marbe. Es verhalten fic aber in beiden fallen die geftofnen Ebnen, da wir fie gleich breit vorausfeten, wie 1 : Bollen wir daber miffen, wie ftart jeden sin. m. Punft ber Chnen BG und BA benm geraben und fchiefen Stofe geftofen wird, fo muffen wir, fur ben geraden, BH mit BG; und fur ben ichiefen, AH mit BA, theilen, Es verbalt fic alfo, bes einer gleichen und mit gleicher Sefcwindigfeit bes westen Bafferaber, ber gerade Stof auf BG jum fdiefen

Schiefen auf BA, wie 
$$\frac{BH}{BG}$$
:  $\frac{AH}{AB} = \frac{BH}{AB \cdot \sin m}$ :  $\frac{BH \cdot \sin m}{AB} = r : (\sin m)^2$ .

- 4. Da der Theil der gestoßnen Ebne AB, benm schiefen Stoße, im Berhaltniffe von 1: sin. m, größer ist, als der Theil BG, welchen dieselbe Ader gerade stößt; so verhält sich ebendieselbe Ebne, wenn sie größer ist, als der Durchschnitt der Wasserader, und einmal gerade, hernach schief, von derselben Ader gestoßen wird, eben so benm schiefen Stoße, als sie sich benm geraden verhalten würde wenn sie kleiner wäre. Daher war auch, nach herrn Bosüts Bersuchn, der schiefe Stoß, unter einem Wintel von 60°, unster diesen Umständen, immer kleiner, als er nach Berhältnis des Quadrats des Sinus von 60 hätte sepn sollen. Er sollte sepn: 12608; 4434; 6306 und 2243; er war aber nur 12248; 4315; 6125 und 2158.
- 5. Ich fete gur Erlauterung folgende den in Frankreich gemachten Berfuchen gemäße Labelle aus bem Boffut ber:

Stofwin, fel.	Widerstand, wie er sepn follte.	Wiberstand, wie er wirks lich war.	Unters schied.
90°	10000	10000	0
`84°	9890	9893	3
78°,	9568	9578	. 10
72°	. 9045	9084	39
6 <b>6</b> ° .	8346	. 8446	100
60°	7500	17710	210
54°	6545	6925	380
48°	5523	6148	625
420	4478	5433	955
36°	3455	4800	1345
, 30° ′	2500	4404	1904
240.	1654	4240	2586
120 ·	955	4142	3187
120	432	4063	3631
6°.	109	3999	3890

Der gerade Widerftand ift hier = 10000 anges nommen, und der schiefe daraus, nach dem Bers haltniffe der Quadrate der Sinus des Stofmintels berechnet worden.

6. Es verhalte fich das eigenthumliche Sewicht einer Rugel zu dem eigenthumlichen Sewichte der fluffigen Materie, in welcher fie fallt, wie n:1, so verliert fie, wenn man ihr ganzes Gewicht im leeren Raume in n gleiche Theile theilt, einen dieser Theile in jener Materie, und wird daher indem fie darin fällt, nur durch die Kraft  $\frac{n-x}{n}$  — h beschlennigt, wenn man die Elementarkraft der Schwere z nennt. Ferner sep der Durchmesser der Kugel — r, und

p: I das Berhaltnif des Umfange eines Rreifes ju feinem Durchmeffer, fo ift die Flache Des größten Rreifes der Rugel = Ir2 p, und der forperliche Inhalt ber Rugel = Topr3. Sat nun die Rugel in irgend einem Augenblicke dt Die jur Sobe a gebos rige Geschwindigfeit c, so ift der Widerstand, wele den fie in demfelben Augenblide von der fluffigen Materie leidet, dem halben Semichte einer Gaule von derfelben Materie gleich, welche &r p jur Grundflache, und a jur Sobe bat. Dieses Gewicht muß man durch grapa ausbrucken, ba wir bie eigenthumliche Schwere der fluffigen Materie = 1 Singegen ift die Maffe der angenommen haben. Rugel = I pr 3 n. Die Elementarfraft Des Bis berftandes ift also = frapa: fprin = 3a Die Rugel wird also, in jedem Augenblicke ihres Raffes, burd bie Elementarfraft h befchleunigt, and burch  $\frac{3a}{4rn}$  ober  $\frac{3c^2}{16rng}$ , (weil  $a = \frac{c^2}{4g}$ verzögert. Sepen wir also  $h = \frac{3 c^2}{16 rng} = f$ , so wird 2 gfdt = dc und cdt = ds (26 Brief) alfo bier, mo wir den bis jum Augenblicke dt, von der Rube an, durchfallnen Raum x nennen wollen 2gfdx = cdc. Es wird demnach 2ghdx -3 c 2 d x = cdc, und wenn wir grn = b fegen :  $(2gbh - c^*) dx = bcdc, also dx = \frac{1}{2}b.$  $\frac{1}{2gbh-c^2}$ . Daher wird  $x=\frac{1}{2}b$  (C - log. (2gbh - c2) (Einseit.); indem hier C oden. Const. die bestänpige Grafe bedeutet, Die jum Inetegrale gehört, um es pollitandig zu machen. .. Mun;

iff  $c \equiv 0$ , wenn  $x \equiv 0$  iff, well die Rugel aus der Auße fällt. Also wird  $0 \equiv C - \log$ . 2gbh, oder  $C \equiv \log$ . 2gbh, und es ist daßer  $x \equiv \frac{1}{2}b \cdot \log \cdot \frac{2gbh}{2gbh - c^*}$ .

Hieraus wird  $\frac{2 \, \mathrm{x}}{b} = \log \cdot \frac{2 \, \mathrm{g} \, \mathrm{b} \, \mathrm{h}}{2 \, \mathrm{g} \, \mathrm{b} \, \mathrm{h}} - \mathrm{c}^2$ , und dieser logarithme ist ein natürlicher. Rennen wir nun die Grundgröße dieser logarithmen e, so, daß der natürliche logarithme von  $\mathrm{e} = \mathrm{r}$  ist, so muß, vermöge unster Gleichung, auch  $\mathrm{e}^{2 \, \mathrm{x} \cdot \mathrm{b}} = \frac{2 \, \mathrm{g} \, \mathrm{b} \, \mathrm{h}}{2 \, \mathrm{g} \, \mathrm{b} \, \mathrm{h}} - \mathrm{c}^2$  sepn. Ist also  $2 \, \mathrm{g} \, \mathrm{b} \, \mathrm{h} = \mathrm{C}^2$ , so wird  $\mathrm{e}^{2 \, \mathrm{x} \cdot \mathrm{b}} = \frac{\mathrm{C}^2}{\mathrm{C}^2 - \mathrm{c}^2}$ , und  $\mathrm{C}^2 - \mathrm{c}^2 = \frac{\mathrm{C}^2}{\mathrm{e}^{2 \, \mathrm{x} \cdot \mathrm{b}}} = \mathrm{C}^2$ , so bissid  $\mathrm{C} \, \mathrm{V} \, (\mathrm{I} - \mathrm{e}^{-2 \, \mathrm{x} \cdot \mathrm{b}}) = \mathrm{c}$ .

Aus dieser Gleichung sieht man augenscheinlich, daß e niemals = C werden kann, es mußte denn x, also auch eaxib, unendlich groß und  $\frac{1}{e^{axib}}$  uns endlich flein senn. Daher ist C die größte mögliche Geschwindigseit, der sich der fallende Körper zwar immer mehr nähert, die er aber nie vollsommen erreichen kann. Es ist aber  $C^2 = agbh$ , also um desto größer, je größer der sallende Körper ist, und je mehr sein eigenthämliches Gewicht das Ges wicht der Materie übertrifft, in welcher er fällt.

7. Hawisbee ließ im Jahre 1710 von der Rupppel der Paulafirche in London, durch 220 englische Fuß, 6 Paar glaferne Rugeln herabfallen, deren immer eine mit Queckfilber, die andre mit Luft ges fällt war. Die mit Queckfilber gefällten wogen von 747 bis 983 Grane, und hielten 0,75 bis 0,8 Enge

lische Joll im Durchmeffer. Sie fielen insgesammt durch jene Sobie von 220 Fuß fast in vollfomment gleicher Zeit, und diese betrug, nach Rewtons Berssicherung, an 3 Sekunden 42 Terzien, welches auch mit seinen Berechnungen übereinstimmt. Die hohlen gläsernen mit bloßer Luft gefüllten Rugeln waren viel größer und fielen langsamer, wie man aus fols gender in Englischen Maßen und Sewichten berechnes ter Labelle sieht.

Gewicht.	Durchmeffer.	Zeit des Fo	Mens.
510 Gran	5, 1 30A	8′′ 1	2"'`
642 \$	5,2 1	7 4	2
599 \$	5,1 1	7 4	2 '
515 1	5,0 4	7 5	7
483 1	5,0 \$	8 1	2
641 /	5/2 /	7 4	2

Nachher ließ Defaguliers im Jahre 1719 in ders felben Rirche, aus einer noch größern Bohe, nämlich. Durch 272 Fuß, hohe Rugeln aus Schweinsblafe fallen, und diese Bersuche scheinen noch genauer zu fenn als die altern.

Gewicht.	Durchmeffer.	Balljeit.
128 Gran	5,28 304	19''
156 .	5,19 5	17
137½ ·	5/3 4	18 <mark>2</mark>
97물	5, 26 4	. 22
991/2 4	5,0 4	31 <del>8</del>

8. Bermbge der vorhergehenden 6. Anmerkung wird  $2 g h dt - \frac{c^2 dt}{b} = dc$  also  $(C^2 - c^2)$ 

dt = bdc und  $dt = \frac{bdc}{C^2 - C^2}$ , Davon ist das Integral  $t = \frac{b}{2C}(\log (C+c) - \log (C-c))$  $=\frac{b}{aC}$  log.  $\frac{C+c}{C-c}$ . Daher wird wiederum, wie porher, wenn e die Grundgroße der naturlichen los garithmen, und  $\frac{Ct}{h} = n$  ift  $e^{2n} = \frac{C+c}{C-c}$ , und  $C.(e^{sn}-1):(e^{sn}+1)=c.$ Es war aber oben  $e^{ax_1b} = \frac{C^2}{C^2 - C^2} = e^{2\pi}$ , wenn man m = x fest. Da wir nun C - c =  $\frac{C+c}{c^2n}$  gefunden haben, und  $C^2-c^2=(C+c)$ (C-c) iff; so erhalten wir  $e^{2m} = \frac{C^2 \cdot e^{2m}}{(C+c)^2}$  $e^{m} = \frac{C \cdot e^{n}}{C + c}$ , also  $e^{n} = (1 + \frac{c}{C})e^{m}$ . Da nun nach derfelben Gleichung  $\frac{e^{3n}-1}{e^{3n}+r}=\frac{c}{C}$  ift, wird  $e^n = \frac{2e^m \cdot e^{2n}}{e^{2n} + 1}$ , also  $2e^m = \frac{e^n(e^{2n} + 1)}{e^{2n}}$  $= e^n + \frac{1}{2n}$ , oder  $2e^{xib} = e^{Ctib} + e^{-Ctib}$ .

Da das lette Glied der zwepten Halfte dieser Gleichung, in Ansehung des ersten, mehrentheils unbeträchtlich ist, so kann man es ohne sonderlichen Irrthum weglassen. Dadurch erhält man  $2 e^{x+b} = e^{Ct+b}$  und solglich  $\frac{x}{b} + \log_2 2 = \frac{Ct}{b}$  oder

x = Ct — b. 0,6931472, weil die lettre Zahl

der natürliche Logarithme von 2 ift. Diese Formel ist ungemein bequem, wenn man aus den Zeiten die Höhen des Falles, oder umgekehrt aus den Schen die Zeiten berechnen will.

Newton 3. B. ließ eine Rugel, die in der Enft 1.56 4 Gran wog, im Wasser aus der Ruhe fallen, und sie siel in 4' durch 112 30ll. Rach dem Rews ton wog sie im leeren Raume 1.56,342, und behielt im Wasser 79,342 Gran. Folglich war hier n = 1,97. Ihr Durchmesser r war, nach Newton,

= 0.84224 3oU, and  $h = \frac{0.97}{1.97} = 0.492$ . Das

ber wird b = \( \frac{3}{3} \text{rn} = 4/4245 \text{ und } C = \( \sum 2 \text{g b h} \)
= 29/016, indem ich, nach Rewton, annehme, daß ein schwerer Körper in London im leeren Raume durch 193\( \frac{3}{3} \) Englische Zoll in 1' fällt. Daher wird nach unser Gleichung \( \times = 116/064 - 3/066 = 112/998 \). Hätte man hier den Widerstand nur \( \frac{3}{3} \) von der Säule ale gerechnet, so würde \( \text{b} = \frac{13}{3} \) rn, und \( \times \) viel größer geworden sepn, als nach der Ers sabrung.

Die fünfte Rugel des Hawkebee wog nach Retts ton im leeren Raume 502,3, und eine gleiche Rugel der kuft, in welcher sie viel, wog 19,3 Gran. Also war n = 26 und h = 0,9615. Da nunr 5 Zoll hielt, so wird b = 346,666 und C = 359, und da t = 8,2" ausmacht, so ist x = 2943,8 — 240,29 = 2703,5" oder 225\frac{1}{4} Fus. Hier wurde wieder die Rechnung sich von der Erfahrung sehr weit entsernt haben, wenn man h = \frac{1}{3}\text{rn hatte

annehmen wollen.

## Sieben und fechzigfter Brief.

Da wir uns jest von dem Biderftande und dem Stofe Des Baffers und der Luft unterhalten, fo ver Dienen auch die Windmublen unfre Aufmertfamteit, als welche burch ben Stof ber Luft in Bemegung ges Man brebt fie, wie befannt, mit ber fest merben. Seite, an welcher ihre flügel find, gerade gegen ben Wind, wenn man baben will, daß diefer fie umbreben foll. Der Wind hat alsbann die Riche tung ber Are ber Belle, an welcher Die Flugel ber festigt find, und jeder ihret Puntte bewegt fich baber in einer Ebne, auf welche jene Richtung und die Are der Drehung fentrecht ift, fo wie diefes ben allen Punften eines jeden feften Rorbers Statt findet, der fich um eine gewiffe fefte Ure brebt. Um eine folche Bewegung, welche auf Die flogende Aber fenfrecht ift, mbglich ju machen, find bie Alugel unter einem gewiffen Binfel gegen Die Are ber Drebung geneigt, fo daß ber Bind fie immer bormarts brebt, er mag fie treffen, in welcher gage man will.

Es sep A B (Kig. 100) eine irgendwo in einem Windmühlenstügel gezogne, auf die Authe des Flüsgels seinente, quer durch den Flügel gehende gerade Linie, C ihr Mittelpunft, und die mit der Are der Welle und der Drehung parallele D C die Richtung des Windes. Berlängern Sie die setze nach Gesallen in CE, ziehen Sie CF auf AB senfrecht, und beschreiben das Parallellogramm F G; so sehen Sie leicht, daß die ganze Bewegung des Windes nach CE sich in die zwep Bewegungen CF und CG aufs

ibsen läßt. Diese ist mit dem Alügel parallel, und trägt folglich jum Stoffe nichts ben, jene aber, die auf AB senkrechte, ist die eigentliche Bewegung des Stoffes. Da aber der Flügel nicht fren ist, und auch der Punkt Csich bloß in einer auf DC senkrechten Ebne, also nur nach einer auf DC senkrechten Richtung, CH, bewegen kann, so muß die Bewegung CF wieder in die zwen Bewegungen CI und CL aufgelöset werden. Mit dieser drükt der Wind bloß auf den Flügel, mit jener bewegt er ihn nach CH.

Die Umdrehung der Windmublenstügel wird also durch einen schiesen Stoß der Luft bewirkt. Man seigt hierben vorans, daß dieser im Berhältnisse des Quadrats des Sinus des Stoßwinkels abnimmt. So indet man, daß die Flügel für den Ansang der Bes wegung die vortheilhafteste Lage haben, wenn sie, ges gen die Nichtung des Windes und die Are der Dres hung, unter einem Winkel von 54° 44' geneigt sind, daß aber dieser vortheilhafteste Neigungswinkel, wenn die Flügel sich bewegen, gehöre senn muß, und zwar um desto mehr, je stärker ihre Bewegung ist.

Allein Sie seben leicht, wie unsicher und unrichtig alle bergleichen Berechnungen sind. Weber bep dem Wasser, 'noch ben der Euft, folgt der schiese Stoß den Quadraten der Sinus der Stoßwinkel. Wenn man den lettern ben Windmühlen zuverlässig kennen lernen wollte, müßte man seine Größe vorher durch besoudre und genaue Versuche erfahren. Es ist sehr wahrscheinlich, daß er sich eben so verhalt, wie der schiese Wasserstoß auf Körper, die ganz im Wasser versentt find, wenigstens nimmt er gewiß viel wenig ger ab, als er nach der gemeinen Theorie absehmen sollte, und ist ben kleinen Stoßwinkeln viel starker, als man anzunehmen pflegt. Daher lehrt auch die Erfahrung, daß die Wirtung der Windmühlen in

der That allemal beträchtlich größer ift, als man fie durch Berechungen findet, die fich auf die gewöhnlis de Theorie vom schiefen Stoke grunden.

Auf eine abnliche Art werden auch die Schiffe auf dem Meere, burch eine fchiefe Stellung ber Ses gel nach einer gang andern Richtung, als bie bes Mindes ift, von dem Binde fortgetrieben. Co fteis gen auch Drachen von Papier burch einen fchiefen Stoß der Luft in die Bobe, wenn das Wetter windie Sie find an ihrem vordern Theile, außer ihrem Schwerpunfte, fo an einer Schnure befeftigt, baß ibre eigne Schwere ihren bintern Theil beruntertreibt, und ber borizontale Bind, indem er ichief auf fie fibst, fie immer aufwarts bewegt. Um fie beftandig in Diefer ichiefen Lage ju erhalten, lagt man bie Schnur immer weiter nach, je bober fie fleigen. Diese Art macht ihre Oberfläche mit einer wagrechten Linie immer fast einerlen Bintel. Auch des schiefen Bafferstoßes bedient man fic oft auf eine abuliche Art, indem ein Rabn oder Prabm, felbft durch den Strom, quer über ibn getrieben merben fann, wenn er von ibm ichief gestoßen, und burch ein langes Tau gehalten wird, beffen Ende man entweder durch Anter mitten im Strome, oder auf andre Art, bes feftigt.

Sie können auch leicht begreifen, wie eine so feine Materie, als die Luft, im Stande ift, Muhr len zu bewegen, und andre sehr gewaltsame Wirskungen hervorzubringen. 3war richtet sich die Starke des Stoßes eines stüffigen Körpers, unter übrigens gleichen Umständen, nach seiner Dichte; aber dems ungeachtet kann der Stoß einer lockern Materie, die mit einer großen Schnelligkeit gegen eine ausehnliche Fläche läuft, oft stärker sepn, als der von einer dichten, die langsam fortgebt und nur eine kleine

Wenn j. B. Die luft 800 Mal Alade berührt. todrer ift, als Baffer, und Diefes mit einer Ges fcwindigfeit von 4 guß in einer Setunde fortgebt, fo ift fein gerader Stoß auf eine Rlace von einem Quabratfuße ungefahr eben fo fart, als ber gerade Stoß ber tuft auf eine Blace von 8 Quadratfugen, mit einer Schnelligfeit bon 40 guß in einer Sefunde. Da nun der Bind febr oft eine folche Schnelligfeit bat, und überhaupt mehrentheils viel fcneller forts geht, als bas Baffer in Stromen, überdiefes auch Die Flügel Der Windmublen ibm eine viel größre Rlace darbieten, als die Schaufeln der Rader bem Baffer, fo feben Sie überhaupt leicht ein, wie er, eben fo gut als die Strome, Dublen in Bewegung fesen fann.

Wenn Sie eine Austerschale oder einen andern staden und sehr dunnen Körper in der Enst schnell sortwerfen, so verändert er, indem er fortgeht, mehs rentheils selbst seine Richtung. Denn wenn er mit seiner, in Ansehung seiner geringen Masse, sehr ans sehnlichen Fläche schief auf die Luft kößt, so treibt ihn diese eben so, als wenn er ruhte und die bewegte Luft von unten schief auf ihn kieße, mit einer merks lichen Bewegung in die Hohe, deren Richtung auf die Richtung des Wurfs bepnahe senkrecht ist.

Werfen Sie aber einen platten kleinen Stein unter einem sehr kleinen Winkel auf die Oberfläche eines stehenden Semässers, so springt er oft verschiede ne Male von derselben ab, ehe er zu Grunde geht. Die Ursache hiervon liegt bloß in der großen horizontas len Bewegung des Steins, und in der, in Ansehung seis mer Masse, sehr ansehnlichen Fläche, mit welcher er das Wasser berührt. Denn seine Bewegung läßt sich in eine wagrechte und in eine lothrechte auslissen. Die letztere ist sehr kloin, in Ansehung der erstern, weil der

Stein unter einem fibr fleinen Binfel gegen bie Dberfiache bes Baffers geworfen wird. 3ft alfo die magrechte Bewegung bes Steins nebft feiner Obers flace groß genug, fo fann er im Baffer nicht unterfinten, ohne eine große Rlade von Baffer ju jerreifs fen, weil er auf bem Baffer fonell und faft wagrecht burch eine ansebnliche Strecke lauft, indem er fich etwas fenft. Je größer aber jene flache ift, um Defto farter widerfteht fie ber Berreiffung. the Biderftand groß genug, fo wird fie bloß nieder gebruckt, und da das Baffer febr elaftifch ift, fo fpringt in Diesem Ralle der Stein von ihm jurud, wie von einem feften Rorper. Allein feine magrechte Bewegung wird nach und nach burch ben Biber fand ber luft immer mehr geschwächt, und die lothe rechte durch die Schwere immer mehr vergrößert. Das ber gerreißt er julest das Waffer und geht ju Grunde. Sogar Ranonenfugeln, Die aus Schiffen abgeschoffen und unter febr fleinen Biufeln auf Die werden, Dberflache bes Meeres Rogen, fpringen von ibr einis ge Rale ab, the fie verfinken, wie man dieses oft ben Seefdlachten bemerft bat.

Wird aber eine Augel C (Fig. 101) unter einem so großen Winkel DCB schief auf die Oberstäche des Wassers geworfen oder geschossen, daß sie sie zer reift, so dringt sie nie nach derselben Richtung CE ins Wasser, die sie vorher hatte, sondern sie wird allezeit von dem Lothe CF nach CG abgebrochen. Denn die Bewegung der Augel CE, nach der Richtung DCE, läßt sich in die lothrechte CF und in die wagrechte FE auslösen. Jene wird beym Eins dringen der Augel von dem Wasser, welches viel karter widersteht, als die Lust, ungleich stärter geschwächt, als diese. Denn wenn 3. B. die Augel schon bis zur Dalste eingedrungen iß, so widersteht

das Baffer bereits det lathrechten Bewegung aller ihrer Theilchen; bagegen bie magrechte Bewegung ber balben über bas Baffer noch bervorragenden Rue gel von dem Widerfande des Baffere noch gang fren Es wird also beym Eindringen der Augel ibre lothrechte Bewegung CF 1, B. um das Stud HF. und die wagrechte nur um bas fleinere Stud EI ger fowacht. Zieht man alfo GH = IF wagreibt, fobat die Rugel, so bald fie gang ins Baffer eingedruns gen ift, die Richtung CG, und biefe bebalt fte nachs ber auch im Baffer ben, weil, fo bald fie fich gang unter dem Baffer befindet, ber magrechte Biberftand des Baffers dem lothrechten vollig gleich bleibt. Eben so bringen Kanonentugeln und Klintentugeln, welche auf hole ober Erbe fdief gefcoffen werben, nach ben Richtung, die fie im der Luft batten, in jene Abrper ein, fondern fie werben allegeit von ber Lothlinie mehr ober weniger abgebrochen.

Außerdem reißt das Waffer, wenn es sich bes wegt, alle Körper mehr oder weniger mit sich fort, die darin zu Grunde gehn, vorzüglich wenn sie eis genthümlich wenig schwerer sind, als dasselbe, und nur eine schwache eigne Bewegung haben. Daher sindet man die Leichname solcher Menschen, die in einem Strome ertrunken sind, mehrentheils nicht an der Stelle, wo sie um ihr Leben kamen, sondern weiter den Strom herunter, und oft in einer ziems lich großen Entsernung.

Man warde es übrigens faum glauben, daß eine so weiche Materie, als das Waffer, die Blepfugein, welche auf daffelbe abgeschoffen werden, es sep nun daß sie eindringen oder abspringen, abzuplatten im Stande fimmfolite, wenn die Ersahrung nicht ganz offenbar lehrte, daß dieses wirklich geschieht, ja daß

Die Augeln von dem Baffer oft so gar in viele Theile zerbrochen werden. Diefer einzige Umftand ift him reichend, alle Zweifel und Bedenflichkeiten, die man etwa noch gegen die Berdichtbarkeit und Clastizität des Waffers haben konnte, völlig zu vernichten.

Da ber ichiefe Stoff des Baffere und ber guft fich gar nicht mit einiger Buverlassigfeit berechnen laßt, fo feben Sie leicht, daß alle Bertzeuge, Die Geschwindigfeit ber Strome und Binde ju mefe Die fich auf die Theorie Des fchiefen Stofes grunden, gang unficher und unbrauchbar find. Diers ber gebort unter andern ber Quabrant, den man jur Meffung ber Gefdwindigfeit bes Baffers in branden pflegt. In feinem Mirtelpunfte find zwen Raden mit Gemichten, ein furger und ein langer, befestigt. Der erfte Dient blog, um bas Werfgeug burch bas in der Luft hangende Gewicht, lothrecht ju ftellen. Das Sewicht des ambern wird in einen Strom verfenft, damit diefer es durch feinen Stoß bebe, ba man benn aus bem Binfel, ben ber lange Raden, ben der ftartften Erhebung feines Gewichts, mit dem furgen Raden macht, Die Starfe Des Bafferftofes, und hieraus die Gefdwindigfeit Des Stroms, bereche Diefes Wertzeug bat den gebler, daß der lans ge Kaden fich oft frummt oder bin und ber fowingt, besonders wenn fein Gewicht eigenthumlich nicht febr groß ift, und daß es, wenn man diefem eine große eigenthumliche Schwere gibt, feine Empfindlichfeit Aber es ift, wie ich fcon gefagt babe, fo verliert. wie alle abnliche Erfindungen jur Deffang ber Ges fowindigfeit des Windes, vornamlich deshalb gang unbrauchbar, weil es fic auf die Theorie som fcies fen Gtofe grundet.

Man hat ju bergleichen Wertzengen feine Bus flucht genommen, weil birjenigen, welche burch ihre

Bewegung die Gefdwindigfeit bes Baffers ober der Luft unmittelbar anzeigen, andre Dangel baben, benen iman fcwerlich abbelfen fann. Rugeln bon Rorf ober Bachs und andre leichte Korper, Die man in einen Alug mirft, folgen ber Strombabn, und man fann burd fie Die Befdwindigfeit Des Aluffes weder in der Liefe, noch an ben Ufern, meffen. Rader mit Schaufeln, Die man in einen Rlug bangt, nehmeninie die vollige Gefdwindigfeit des Kluffes an, theils woil fie fich reiben, theils weil die Luft ihrer Bewegung widerftebt. . Roch viel weniger fann man es ben einem Bertzeuge mit Bindmublenfluteln bas bin bringen, daß diese Klugel fich vollig eben fa schnell bewegen follten, als der Bind, weil der Bind mehrens theils viel fcmeller fortgebt, ale ein Strom, alfo auch Der Widerftand der Luft, Der fich nie genau bereche nen läßt, ben den Fingeln viel größer ift, als ben ... ben Schaufeln ber Bafferraber. Ueberdiefes muß man an folde Werfzeuge eine Scheibe mit einem Beis ger anbringen, welcher die Umlaufe Deffelben gablib Da es oft; ben ihrer Schnelligfeit, faft unmöglich ift, fie unmittelbar richtig ju gablen. Dadurch aber wird allezeit die Reibung, des Werfzeuges merflich Indeffen fann man bennoch burch ein vermebre. 8 febr leichtes Rad von 15- 18 Bollen im Durchmefe fer und mit eben fo vielen febr bunnen fleinen bles dernen Schaufein betfebn, welches febr bunne, gut volirte Bapfen von Stahl hat, die allenfalls auf bes wealiden Rollen ober Balgen liegen, Die Gefdwins digfeit des obern Baffers in Kanalen und Rluffen febe genon meffen. Deun ben ibm if die Reibung und der Biderftand der Luft unmertlich, und man taun daber, menn man feine Schaufeln nur febr wenig ins Baffer verfentt, annehmen, daß der Dite telpunft bes vom Baffer seftofnen Theils einer jeden

Schaufel fich mit berfelben Beschiebindigleit brebt, welche bas fingende Baffer bat.

Die ficherften Strommeffer ober Binbe meffer (Anemometra) find indeffen diefenigen, Die fich auf den geraden Stof bes Baffers ober ber Luft grunden, von welchem man zuverlaffig weiß, daß er dem Gewichte einer Caule von Baffer oder Buft, Belde bie geftofine Ebne jur Grundflache und Die Dobe der Gefdwindigfeit bes Stofes jur bobe hat, wenigstens febr nabe gleich ift. Diecher ges bort Die an einem Prisma von Solze befeftigte ges frammte Robre BFA (fig. 102) des Pitot, Deren wagrechte Deffnung FA man etwas in einen Fluß, gegen feinen Strom, berfenft, damit bas Baffer mit feiner gangen Sefdwindigfeit bineinfließe und fich in dem lothrechten Theile der Robre FB bis an einer Sobe FC erbebe, ber die Gefdwindigfeit Des Baffers jufommt. Allein Diefe Dobe ift febr fcwer mit tiniger Genauigfeit zu bestimmen, ba bas Baffer in der Robre immer bin und bet fcwautt, und biefe feinen feften Stand bat. Alfo bleibt noch bis jest ber Windmeffer bes Bougver ber branchbarke. Er besteht and einem Bleche von einem Quadrattufe: mit einem binten in feiner Mitte befes Rigten Stiele. Diefes Blech wird bom Binde, Dem man es gerade entgegenhalt, in einem Rutterale ges gen eine barin angebrachte Stabifeder getrieben, und nachber burch eine eigne Borrichtung feft gehalten, daß es nicht wieder vorwärts fann. Man perfuct Daber, wie viel Gewicht man braucht, um bas Blech eben fo tief ins Autteral ju treiben, als et ber Bind bineingetrieben bat. Denn biefes Bewicht ift ber Rraft bes Stofes gleich. Ein abnitches Berfgeng fann man auch ben ben Stromen brauchen, um felbft in der Liefe ihre Gefdwindigtett ju meffen. 4

### Anmerfungen.

1. Es fen CD (Rig. 173) eine quer burch einen Bindmublenflugel fenfrecht auf feine Ruthe gezogne Linie, Die man als einen unendlich fcmas len Streifen anfebn fann, und CB die Richtung Des Windes und der Are der Bolle, welche mit CD ben Wintel DCB = m einschlieft. nun die Geschwindigfeit bes Windes durch c auss gedruckt, BG auf CD fentrecht gezogen und bas Barallelogramm CIBG befdrieben, fo verhalt fic Die Geschwindigfeit bes Stofes ju c, wie BG ju BC, und fie ift also = c sin. m. Daber wird ber Stoff, nach der gemeinen Theorie, = CD. c. (sin. m) 2. Da er aber nicht gang gur Bemes gung vermandt mird, weil fich jeder Puntt von CD nur nach einer auf CB fentrechten Richtung, wie CA ift, breben fann, fo giebe man GH mit CB parallel und BH fenfrecht auf CB. Es wird aledann offenbar ber Theil ber Rraft, womit CD nach jener Richtung bewegt wird, fich ju ber gane gen Rraft Des Stoffes, wie BH: BG, oder mie cos. m: 1 berhalten, also = CD.c. (sin. m). cos. m fenn.

Run sep  $(\sin m)^2 \equiv a$  und  $(\cos m)^2 \equiv b$ . fo ift a + b = 1, und a'b ein Größtes, wenn a = = 3 und b = 1 ift (65. Brief 1. Unm.). Wenn aber a'b ein Größtes ift, fo ift auch a v b so groß, als möglich. Daber ist die Kraft CD.c. (sin. m) cos. m die großte mögliche, wenn sin. m = 1 2 = 0,8164 ift, folglich m 54°44' balt.

Verlängert man BC in E, fo daß CE = #CB wird, und giebt man E F an den Umfang des aus C mit bem Salbmeffer CB befchriebnen Rreifes, fo ift ber Sinus des Wintels FCA = 3 = 0,3338, alfo D.

FCA = 10°28' und der Bintel DCB, bon 54°44', Die Salfte des Wintels FCB, von 100° 28'. Co vers balt fich die Sache, wenn ber Bind mit ber gangen Beschwindigfeit BH mirfen fann. Bewegt fic aber CD bereits mit der Geschwindigfeit Bb, fo ift bloß bH die relative Geschwindigkeit, mit welcher die Luft das Umdreben der Blugel befordert, anfatt baß fie Diefes mit ber gangen Gefdwindigfeit BH thut, wenn CD rubt. Daber ift DCB = &FCB ber vortheilhafteste Reigungswinkel, nur wenn CD Bewegt fich aber CD bereits mit ber Ges fomindigfeit Bb, fo beforeibe man aus C, mit 'bem Salbmeffer Cb. den Bogen bf, und theile ibn in K in zwen gleiche Theile. Auf Die Art fieht man, daß BCK ber vortheilhaftefte Reigungswins tel für diefen gall, und BCK allezeit größer ift als BCD.

Es folgt hieraus, daß die verschiednen fents rechten Querschnitte eines jeden Glügels verschiedne Reigungen gegen die Are der Welle haben, oder daß die Winkel m um desto größer sehn mußen, je weiter die Querschnitte von der Welle entfernt sind. Man muß der Fläche der Flügel keine ges rade, sondern eine nach oben gewundne Sestalt geben, weil die von der Welle entfernten Quersschnitte sich allezeit schneller bewegen, als die nähern, und m um desto größer sehn soll, je größer die Seschwindigkeit der Querschnitte ist.

Kerner folgt hieraus, wenn CA die Nichtung ift, nach welcher ein Schiff seiner lange nach forte geht, BC aber die Richtung des Windes anzeigt, daß im Anfange der Bewegung die Segel mit BC einen Winkel von 54°44' machen muffen, und daß dieser Winkel auch für ein Steuerrnder ben der Umdrehung eines Schiffes der vortheilhafteste sev:

Ben junehmender Bewegung Des Schiffs aber bers größert werden muffe.

Alle diese Sate aber grunden sich auf die unrichtige Theorie vom schiefen Stoße. Daher stimmen sie auch nicht mit der Erfahrung überein. Derr Woltmann hat durch Versuche mit einem Neinen Wertzeuge, welches Windmuhlenslügel hatte, die vortheilhafteste Reigung der Flügel gegen die Are der Orehung zwischen 40 und 45 Grad ges sunden. \*)

- 2. herr Woltmann hat, wie ich schon erwähnt habe, einen Anfang in dergleichen Bersuchen ges macht. Man mußte sie ins Große und in Menge mit der Genauigkeit anstellen, welche die französisschen Bersuche aber den Widerstand des Wassers so schätzbar macht.
- 3. Diese Einwendung läßt sich auch gegen das Werkzeug machen, welches herr Woltmann anges geben hat. Es besteht (Fig. 174) aus einer sehr dunnen höchst beweglichen Ruthe mit zwep kurzen Windmühlenslügeln A und B, und es windet sich um seine Are CD ein seidner Faden EFG, wenn man es bloß in der Oberstäche des Wassers braucht, der durch die Zahl seiner Umwindungen die Zahl der Umläuse angiebt. Soll es aber die Schnelligs seit des Windes oder eines Stroms in seiner Tiese messen, so hat es eine Schraube ohne Ende, und eine Scheibe mit einem Zeiger.
- 4. herr Bruning in holland hat ein folches angegeben und zu einem hohen Grabe ber Bolls tommenheit gebracht. (Man febe Woltmann am a. D.)

<sup>\*)</sup> Cheorie und Gebrauch des hydrometrifchen Flügels, p. 28.

### Acht und fechzigfter Brief.

Es find noch die gitternden Bewegungen ber Ros per ju unfrer Unterfuchung abrig, welche burch ibre Claffigitat erzeugt merben, und ibrer Rleine Beit ungeachtet außerst merkwurdige Eigenschaften Um uns bon ihnen einen deutlichen Begriff ju machen, muffen wir fie juerft in gespannten Saiten betrachten. Denn eine jede folche Saite gittert oder schwingt fic durch ihre Claftigitat bin und ber, wenn fie geftoffen ober erschuttert wird, und smar, wie Gie fich erinnern werden, nach Urt eines Pendels, fo daß ihre Schwingungen immer gleichzeitig find. \*) Ift fie bid, lang und fowach gefpannt, fo find ihre Cowingungen, fo wie die eines gespannten Stricks oder einer Rette, mehrentheils fo langfam, baß Sie fie ohne Dabe mit dem Auge unterscheiden fonnen. Sie bat als dann oft jugleich eine drebende Bewegung und ibre einzelne Punfte durchlaufen fleine Rreife, wie Die Puntte eines Bendels, welches fic fegelformig fowingt. Je ftarfer Gie fie aber fpannen oder verfurgen, um defto mehr nimmt die Schnefligfeit ihrer Schwingungen gu, und endlich folgen biefe, besonders wenn die Saite nicht gar ju dick ift, fo fonell auf einander, bag man fie mit bem Muge unmöglich weiter unterscheiden fann. bann tont die Saite, und man bort ihre Sowins gungen, die man nicht weiter deutlich fieht; eine Erfdeinung, welche ben febr langfamen Sowins

<sup>\*)</sup> Junfaigfter Brief. z. Anmertung.

gungen nie Statt findet. Man muß daher nothe wendig schließen, daß eine jede wenn gleich noch so seine Saite, welche tout, bloß deßhalb tonet, weil sie sehr schnell zittert, so daß man ihre eine zelne Schwingungen mit dem Ange nicht unters scheiden kann; und daß überhaupt ein jeder Lon, ein jeder Schall, einen Körper voraussett, welcher durch die Zederkraft eine sehr schmelle zitternde Bewegung erhalten hat.

Je ftarter Sie aber eine tonenbe Saite fpans men, ober verfürgen, um defto bober wird ihr Ton. Bebe Beige fann Gie von bet Wahrheit Diefer Sage überzeugen. Denn je ftarfer Sie eine Saite Durch ben Birbel angiebn und fpatinen, einen Defis bobern Con giebt fie an; und wenn Gie fie mit den Ringern an das Griffbrett bruden und verfürgen, fo wird ihr Con ebenfalls biber. Da un die fichtbaren und langfamen Gowingungen ber Saiten immer ichneller werben, wenn man bie Saiten verfürgt ober ftarter fpannt; fo muß unftreis tig daffelbe auch ben ihren fonellen Schwingungen noch immer Statt finden, Die bas Muge nicht weiter anterscheiben fann. Man muß alfo biets aus folieffen, bag bie Bobe ober die Tiefe eines Tons, ben eine Saite boren lagt, blog von ber Schnelligfeit ihrer Schwingungen, aber von bet Menge derfelben abhängt, Die in einer gewiffen und bestimmten Beit, g. B. in einer Gefunde, auf einander folgen. Je größer Diefe ift, um befto hoher ift ber Con; und man tann daher feben Ton burch Die Babl ber Somingungen ausbrutten, Die eine Saite in einer Sefande macht, weiche Diefen Ion angiebt. Wenn man aber auch jeme Baff nicht weiß, und man tennt wir bie Berhalts niffe swifden ben Bablen ber Schmingungen in

einer Sefunde, die jur hervorbringung gewiffer Tone nothwendig find, so fann man fagen, daß diese Ebue eben dieseiben Berhältniffe gegen eins ander haben.

.Man bedient fich, um die Berbaltniffe ber Tine ju finden, eines eignen Wertzeuges, welches man ben Conmeffer (Sonometre) nennt. Et bat einen Befonangboben, wie ein Rlavier, und ift an 3 Ruf lang, aber nur einige Bolle breit. ibm befindet Ach eine Salte, Die an ibren beiben Enden über einen unbeweglichen Steg gebt. eine Ende wird durch einen Birbel gefpannt, bas andere aber ift an dem einen Arme eines rechts winflichten fleinen Binfelbebels befestigt, bergleit den man fich in ben Zimmern ju ben Alingeln, Die man an einer Sonne giebt, ju bedienen pflegt. Un dem andern Arme Diefes fleinen Debels bangt ein Bewicht, welches man nach Gefallen verandern Diefer Arm muß allezeit wagrecht fenn, der andre aber lothrecht in die Sobe fiehn, und baber jedesmal ber Wirbel der Saite fo lange pormarts ober rudmarts gebrebt merben, bis beide Arme des Debels Die geborige Stellung baben. Die gange fange ber Saite ift burch einen an ihrer Seite bafindlichen Dafftab in viele gleiche Theile getheilt, und unter ber Gaite befindet fich auf dem Refonangboden ein beweglicher Steg, burch welchen man Die Saite in zwen Theile absondern, und Diefen Theilen jedes beliebige Berbaltniß geben Ein foldes einfaitiges Inftrument beißt auch ein Monocord: men tann aber darauf, wenn man will , auch zwep ober mehrere Saiten aufziebn.

Die Berfuche mit Diefem Juftrumente zeigen gang angenscheinlich, bas eine Saite auf gleiche

Wet und gleich faxt ihren Ton verandert, es fen nun bag man fie um bie Salfte verfürgt, ober bas fie fpannende Semicht vierfach vergrößert; bag Die halbe und bidre Saite mit ber gang gleich Dichten und gleich gespannten, aber nur halb fo Diden Saite einerien Ton angiebt; und bag es übers haupt einerley ift, ob man die gange ober die Dicke Der Saite in einem gemiffen Berbaltniffe vermins bert, oder bas fpannende Gewicht nach ben Quas Dratwurgeln Der Glieber jenes Berhaltniffes bers mehrt. - Wenn Sie also die Theorie von der gits ternder Bewegung gefpannter Saiten, von welcher ich gleich reden werde, mit diefen Erfahrungen verbinden, fo tonnen Sie fic vollftandig und bins långlich überzeugen, daß ein jeder Ton von einer gewiffen Sobe, wie ich bereits gefagt habe, eine gewiffe und beftimmte Menge von Schwingungen in jeber Befunde mefentlich erfordert.

Sin jeder Schall, ber nach bem Schlage ober Stoße, durch welchen er erzeugt worden ift, noch eine merkliche Zeit hindurch fortdauert, heißt ein Klung. Bleibe er nun während dieser Zeit immer wowsgleicher Scha voer Tiefe, so nennt man ihn einem Lon. Das Wesen also eines jeden Lons besteht darin, daß die tonenden Theisten der Sais ten und andrer Körper immer gleichzeitige Schwins gungen machen; und je schneller diese gleichzeitigen Schwingungen sind, um desto höher ist der Lon. Die Stärfe und Schwäche der Schwingungen macht bieß den Lon kärfer oder schwächer, andert aber in seinem Wesen nichts, weil stärfre und schwächer Schwingungen gleicher und gleich gespannter Saiten eine gleiche Dauer haben.

Um die Berhaltniffe der Tone zu finden, fieht man den Ton, welchen die Saite des Tonmeffers

angiebt, wenn fie fich ihrer gangen lange: nach forbingt, als ben Grundton, ober als benjenis gen Con an, auf welchen alle übrige Cone bezos gen werden. Gest man ben beweglichen Steg ges nau unter die Mitte der Saite, fo fcwingt fic jede ihrer Salften befondere, und der Ton, ben man jest bort, beift die Oftabe bes Grunds tons. Theilt man aber bie Saite burch ben Stea fo, daß fich der eine Theil zum andern wie 2:3 verhalt, fo ift ber Con Des langern Theils die Quinte Des Grundtons. Dagegen giebt der lans gere Theil ber Saite Dia große Terge an, wenn der Steg fo unter ber Saite ficht, bag ibre abgefonderten Theile fich wie 1 : 4 verhalten. Alfo verbalt fic Die höhere Oftave, wie 2: 1; die Quinte, wit 3:2; und die große Terge, wie 5:4 jum Grunds tone. Da man nun das Zusammenklingen smeper Tone, ober vielmehr ben Gegenstand ber befandern Empfindung, welche wir haben, wenn wir zwen Lone jugleich boren, ein Intervall nennt, fo fann man die Interballe burch Amfaltniffe, fo wie Die Tone burch Bablen bezeichnen: Dan findet aber auf die namliche Art, außer ben bereits anges führten, die Quarte, wie 4.33; Die Berta wie 5:3; Die fleine Terge, wie 6:5; bie Sefunde, wie 9:8; Die fleine Septime, wie 16: 9; die große Septime, wie 15:8, und ben balben Con, wie ich: 15, fo daß auf bem Rlaviere, wenn man C jum Grundtone ans nimmt, die übrigen Tone nach ber Reibe burch folgende Zahlen ausgedrückt werden fonnen:

CDEFGABHC

Da aber ein Rlavier fo eingerichtet sepn muße Dag man einen jeden feiner Sone, als Grundton, brauchen tann, also auch ein jeder Ton, j. B. die Quinte des einen Tons zugleich die Serte des andern , Die Ditabe des dritten u. f. m. fennemuße fo überfeben Sie leicht, bag : Diefe Abficht unmöge lich erhalten werden fann, wenn alle Intervalle gang rein und vollfommet find. E 1. B. M bie große Lerze von C, und G foll es von E fepti-Es follte fich alfa G : E = 5 :: 4 verhalten, alfe 33 von C ansmachen. Es balt aber nur, wenn es angleich eine reine Quinte von Cift, 24 ober 3. Chen fo ifinA in der folgenden Oftave, die Oftave von dem A in der angeführten Reibe, alfo = 10 ober ge.: Diefes A foll aber jugleich die zwente

Quinte bon G, also  $\frac{3\cdot 3\cdot 3}{2\cdot 2\cdot 2}$  oder  $=\frac{27}{8}=\frac{87}{24}$ 

febn 4. f. w... Man nimmt baher jedem Inservalle auf dem Rlediera, der Orgel, und allen ähnlichen Inframenten etwas ab, oder legt ihm etwas zu, sm die oben erwähnte Absicht zu erreichen, jedoch so wenig, daß das Ohr est nicht bemerkt, und dadurch nicht beseidigt wird. Diese unmerkliche Beränderung der Intervalle nennt man die Schwes dang oder die Lemperatur.

Eine jede Saite ift zwur elastisch, alleln sie muß democht immer mit einer gewissen Rraft ges spannt werben, wenn sie einer merkliche Federkraft zeigen soll. Daber stellt man sie fich mehrenthells, wenn man ihre Bewegungen untersucht, mit zwenen gleichen Gewichten P und Q (Fig. 104.), welche fren herabhangen, in einer wagrechten Lage vor. Zieht man ihren Mittelpunkt C mit Sewalt bis D in die hohe, so wird er von beiden Gewichten um desto starter zurückgezogen, je weiter er sich

son C entfernt, weil die Saite um befto mebe gespanut wird, je mehr D von C entfernt ift. Dan tann die Rraft eines jeden Gewichts Durch D B oder D A ausbrucken, und in die beiden Rrafte DC und CB, ober DC und CA, aufs Wifen. Blog mit ben erftern wird ber Dittelpuntt gezogen, die lettern beben einander auf. ähnliches läßt fich bon jebem anbern Punfte ber Saite, außer bem Dittelpuntte fagen. Alle ibre Puntte tommen ju gleicher Brit wieder nach ACB jurud, entfernen fich bierauf, wegen ber erlangten Seftowindigfeit, nach unten ju in A E B, gebu Dierauf wieder jurad, und ichwingen fich auf diefe Art, indem immer alle ju gleicher Zeit in ACB antommen. Da diefe Bewegungen faft gang numerts lich und- unendlich flein find, fo verhalten fie fic vollig eben fo, wie die unendlich fleinen Schwins gungen eines Bendele. 3cher Bunft, ber Saite wird von einer Rraft getrieben, die fich immer wie feine Entfernung von A C B verbalt- fo wie Die Schwere beständig in das Bendel mit einer feiner Entfernung von der lotbrechten lage gemaßen Rraft mirtt. Daber find auch beibe Arten ber Bewegung einander völlig abnlich, in beiben haben größere und fleinere Somingungen eine gleiche Dauer, und es fammt nur darauf an, die gange bes einfachen Bendels 1 ju finden, bas mit einer allenthalben gleich bicfen und gleichformigen Saite bon der gange L. und vom Sewichte P. Die bon einem Gewichte Q gefpannt wird, in gleichen Zeiten feine Schwingungen macht. Ben einer genauern Untersuchung aber findet man 1 =

p : 1 das Berhaltniß des Umfanges eines Areises ju seinem Durchmesser bedeutet. Man tonnte nach dieser Formel und nach ges nauen Bersuchen ohne große Schwierigkeit die Menge der Schwingungen bestimmen, die zur Erzeugung eines gewissen Tous in einer Sesunde erfordert werden; allein dis jest sehlt es noch an dergleis chen Bersuchen, die ganz zuverlässig wären. So viel ist gewis, daß die Menge der hörbaren Sone ungefähr in dem Unfange von 8 Oktaven enthals ten ist, daß der höchste noch brauchbare Ton in der Mitte der vier Male gestrichnen Oktave liegt, und der höchste hörbare Ton das fünf Male gestrichne e oder f ist.

. Da aber die Menge der Schwingungen eines einfachen Bendels in dem umgefehrten Berbaltniffe ber Quadratmurgel ber Pendellange ift, fo folgt, daß auch die Menge der Schwingungen, die eine Saite in Zeit von einer Sefunde macht fich wie  $V = \frac{Q}{P \cdot L}$ , oder wie  $\frac{V \cdot Q}{r \cdot L}$  berhalten werde, wenn r Die Dide ober ben Durchmeffer berfelben bedentet. Denn da die Saite gleichformig und überall gleich dide ift, fo verhalt fich ibr Gewicht P wie raL. alfo PL wie rº L., und V PL wir rL. nun, wie die Berfuche mit dem Conmeffer lebren, die Höhe der Tone ebenfalls gang genan wie  $\frac{VQ}{rL}$ verhalt, so fonnen Sie fich, wie ich schon gefagt habe, indem Sie die Theorie mit diefen Berfuchen berbinden, aufs volltommenfte überzeugen, daß das Befen eines Cons bloß von der Schnelligfeit feis ner Schwingungen abhangt, und daß also die Sobe oder Liefe, eines jeden durch die Menge diefer Schwingungen in einer gemiffen Beit mefentlich. bestimmt wird.

Aber anserdem lehrt die Theorie, daß jede gespannte Saite, wenn sie erschattert wird, sich nicht nur ihrer ganzen länge nach, sondern auch so schwingen kann, daß sie sich gleichsam in mehr vere gleiche Eheile theilt. Man nennt die Punste, durch welche diese gleichen Theile der Saite abgesondert werden, weil sie oft, indem sich die Saite schwingt, ganz undewegt bleiben, die Schwins zungsknoten der Saite, und die Tone, welche jene einzelne Theile jeder für sich angeben, in Anses hung des Grundtons der ganzen Saite, harmos nische Sone.

#### Unmertungen.

Es fen ACB (Rig. 175.) eine gleichars tige, affenthalben gleich bide, in A befeftigte und in B mit einem gewiffen Gewichte E gespannte Saite, die fich in der Lage ADMB befindet. Ift nun M irgend ein Punft in ibr, MP Die Entfernung beffelben son AB, and CB ein eine faces Pendel, welches fic eben fo gefdwinde fdwingt, als die Saite (Sig. 171.), und deffen fowerer Buntt B fich in der Entfernung Ba = MP Don der lotbrechten lage CA befindet; fo wird bies fer Puntt vollig eben fo befchleunigt, als der anges nommene Bunft ber Saite. Nun verhalt fic aber die Elementartraft ber Schwere i ju der Kraft f. mit welcher B befchleunigt wird, wie 1 (= CB) ju BA (.= MP) (49. Brief). Rennen wir also MP, y (Fig. 175), so wird auch M mit der Elementarfraft  $f = \frac{y}{1}$  beschleunigt. Alt ello

cL das Sewicht der gangen Saite ADB, deren gange = L ift, fo daß c die eigenthamliche

Schwere berfelben vorstellt, und : ferner BM = BP = x, (denn BM ist von BP wegen der unendlich kleinen Bewegung der Saite nur unende lich wenig verschieden) so wird cdx das Sewicht oder die Masse des Theilchens Mm, und die Totals fraft F, durch welche M nach P getrieben wird, =  $\frac{cydx}{1}$ . Die Summe also aller dieser nach

ACB gerichteten Rrafte ist  $=\int \frac{cydx}{1}$ . Sie ente steht aus dem ganzen Sewichte Q oder der ganzen Totalfraft, mit welcher die Saite gespannt wird. Zieht man nun nm mit AB parallel, und druckt man ben jedem Punkte das Sewicht Q durch die beständige Linie M m = n m aus, so muß M n

Die Kraft  $\int \frac{c y dx}{1}$  vorstellen. Also ist  $Q: \int \frac{c y dx}{1}$  = dx: dy und  $Qdy = dx \int \frac{c y dx}{1}$ . Wenn

man diese Gleichung disserenziert, so wird, da dx beständig ist,  $Qlddy = cydx^2$ . Mustiplizirt man von beiden Seiten mit dy, so erhält man  $Qldyddy = cydydx^2$ , wovon das Integral ist  $\frac{1}{2}Qldy^2 = C - \frac{1}{2}cy^2dx^2$ . Ist nun CD die größte Erhebung der Saite = b, so wird im Puntte D, dy = o, und folglich  $o = C - \frac{1}{2}cb^2$   $dx^2$  und  $Qldy^2 = cb^2dx^2 - cy^2dx^2$ . nud  $dx = \frac{dy \cdot Ql}{\sqrt{c(b^2 - y^2)}}$ .

Run ist aber in der Figur 145, wenn MN = y und CM = b ist, sin.  $MCE = \frac{y}{b}$  und  $CN^{\circ} = b^{\circ} - y^{\circ}$  also  $d.CN = \frac{-y dy}{CN} = \frac{-y dy}{V(b^{\circ} - y^{\circ})}$ .

Also ist Mm<sup>2</sup> =  $dy^s + \frac{y^s dy^s}{b^2 - y^s} = \frac{b^2 dy^s}{\sqrt{(b^2 - y^s)}}$ und Mm oder das Differenzial des Bogens EM, dessens =  $\frac{y}{b}$  ist, =  $\frac{b dy}{\sqrt{(b^2 - y^s)}}$ .

Dager ist  $V1 = \frac{L VC}{np VQ}$ , oder weil das Ses wicht P der ganzen Saite = c L ist:  $V1 = \frac{VPL}{np VQ}$ . Rennt man nun m die Zahl der Schwingungen der Saite und des einfachen Pens dels 1 in einer Sefunde, und ist a die Länge des einsuchen Sefundenpendels, so wird, da sich die

Pendellangen, wie die Quadrate der Zeiten, oder, welches einerlep ift, umgefehrt wie die Quadrate der Menge ihrer Schwingungen in gleichen Zeiten, verhalten: 1:a = 1:m° also m =  $\frac{\sqrt{a}}{\sqrt{1}}$ . Dabes

iff 
$$m = \frac{npVaQ}{VPL}$$
.

If nun n = 1, welcher Hall Statt findet, wenn fich die gange Saite schwingt, so wird  $1 = \frac{PL}{p^2Q}$  und  $m = \frac{p \vee a Q}{\vee PL}$ .

Wenn die Saite in einer Sefunde die wenigften Schwingungen macht, fo ift n = 1, und Die gange Saite schwingt fich. Ift n = 2, so macht - fie noch einmal so viele Sowingungen in einer Sefunde als vorher, und jede ihrer Salften schwingt Ift n = 3, fo theilt fie fich in fich besonders. 3 gleiche Theile u. f. w. 3m letten galle nimmt ffe die Geffalt ABCD an (Fig. 176), und B und C find ihre Schwingungefnoten. Man fann in bies fen Anoten die fich schwingende Saite berühren ober dampfen, ohne daß der Con dadurch gehemmt wird, welches aber gleich erfolgt, wenn man fie an einer andern Stelle berührt. Die bobern harmonischen Tone einer Saite laffen fich leicht hervorbringen, wenn man die Stelle gelinde berührt, wo ein Rnos ten ift, und jugleich die Mitte eines fcmingenden Theils streicht oder fonft erschuttert. Mugerdem fdwingt fich eine jebe Saite gewöhnlich gang, wenn fie gang fren ift und geftrichen wird.

# Neun und fechzigfter Brief.

Auch eine Saite, Die fich ihrer gangen gange nach fowingt, pflegt julest nur theilmeife ju gittern, che fie gang in Rube fommt, mabriceinlich, weil ibre Theilden mit febr verfchiedner Gefdwindigfeit gits tern, und baber biejenigen, welche die ftarffe Bewes gung baben, långer gittern als Die übrigen. Daber gebt ibr Grundton gewöhnlich nach und nach in immer bobere barmonifde Tone über, ebe er gang aufbort, und man bort diefe Coue deutlich, befons bers wenn bie Saite etwas lang, und fonft alles Babricheinlich find es bloß bergleichen recht fill ift. Tone, welche fich, wie man fagt, boren laffen, wenn ein breiter, bunner und ftarter Luftzug über ein mit Darmfaiten bezognes Inftrument freicht, und die oft außerordentlich angenehm fenn follen. Nuch fals len 1 bis 2 Linien dicke an 300 Fuß lange Gifens brabte, Die man unter frevem himmel ausspannt, ben Beranderung des Betters, auf eine febr mans nigfaltige Art, und oft febr laut tonen. Bielleicht geboren Diefe Tone ju ben langentonen, welche man auch aus Saiten erhalt, wenn man fie mit einem Bogen unter einem febr fpitigen Binfel flreicht. Gie entftebn baburd, daß fic Die Saiten ber långe nach abwechfelnd verlängern und verfürs gen, wie herr Chladni querft bemerft bat, Daber auch auf die Spannung berfelben wenig antommt. Uebrigens flingen Diese Cone unangenehm, und tons nen in der Dufif nicht gebraucht werben.

Die mufifalischen Pfeifentone ber Orgeln und ber Blasinftrumente find den Saitentonen in allen

Abficten ungemein abnlic. Gie bangen von ber Banae Der Pfeifen ab, und verfchiedne Pfeifen geben, wenn ibre gangen fich wie I : 2 verhalten, eine Ofs tave; wenn fie fich wie 2:3 verhalten, eine Quinte; wenn fie fich wie 3 : 4 verhalten, eine Quarte u. f. w. 3mar giebt man ben langern Pfeifen auch größe Durchmeffer, aber bennoch nicht im Berbalts niffe ihrer gangen, fondern allezeit in einem gerins Bon Pfeifen, 1. B. Deren eine 16 Dal fo lang ift, ale die andre, und beren Ion die vierte tiefere Oftave des Tons ber andern ift, verhalten fich mehrentbeils die innern Durchmeffer nur wie 7: 1, ober wie 8: 1. Auf eine abnliche Art vers balten fich auch die oben verfchlognen oder gedect ; ten Pfeifen, dergleichen man in den Orgeln bat, wenn man fie unter fo vergleicht; nur baben fie Das Befondre, Daß fie, ben gleicher gange, allezeit um eine Oftave tiefer tonen, als die offnen Pfeifen. So giebt eine gedecte Pfeife von 16 guß, mit einer offnen von 32 Rug, und eine gedecte pon 4 Bug, mit einer offnen von & Ruf einerlen Son an. werben aber Pfeifen auch burch eingebohrte locher gleichfam verfarst, und bober ju tonen genotbigt, wie Sie fic bavon burd bas Benfpiel ber gemeinen Blasinftrumente leicht abergengen fonnen. Dem laffen fie eben fo, wie die Saiten, oft ihre bare manifche Rebentone boren, befonders wenn man ets was fart in fie blaft; ja wenn man gleich ben Pfeis fen und Blasinftrumenten alle Borfict anwendet um ihren Con gang rein gu exbalten, fo bort man Dennoch mehrentheile fomade Rebentone jugleich mit. Blaft man aber etwas ftarter in fie, als jur Dervot bringung bes Grundtons notbig ift, fo laffen fie Die barmonifden Tone Deutlich boren, Die ben offnen Bfeifen uach ber Reibe ber naturlichen Bablen, 2, 3, Onbe Raturl. 4. 26. g. Abtb.

4, 5 ic. bep gebeckten aber nach ber Reihe der unger raben Bahlen, 3, 4, 7 u. f. w. auf einander folgen.

Wenn man alle diefe Thatfacen geborig ermagt, und bagu nimmt, baf Pfeifen bon gleicher gange, ungeachtet fie oft von verschiedner Materie gemacht und in Dicte, Sewicht und Raffe febr ungleich find, bennoch einerlen Ton angeben, und daß der Pfeifen ton überhaupt einen gang eignen Rarafter bat, wo burd ibn bas Obr mehrentheils bon jedem Cone fefter flingender Rorper fogleich unterfdeidet, fo ficht men wohl augenscheinlich, bag biefer Con nicht von bet Pfeifen felbft, fondern vielmehr von der in ihnen ein gefchlofnen Luft betrühren und erzeugt werden miffe. Judeffen ift eine ficffige Materie, wie die Enft, feiner eb gentlichen Schwingungen, weber nach ber Seite, noch nach der Länge, fähig, obgleich man ben ben mathemal tifchen Berechnungen diefes mehrentbeils anjunehmen pflegt, weil ju beiben Arten ber Schwingungen ein Karfer-Zusammenhang in den Theilen des fich schwingen ben Rorpers erfordert wird. Blog Diefer macht, baf eine Saite ober ein andrer fefter elaftifder Rbeper, nachdem man ihn ausgedehnt bat, fic wieder jufami mengicht, und daß feine Schwingungen immer noch eine Beit lang fortdauern, nachdem Die Urfache, welche fe hervorbrachte, bereits ju wirken aufgehöret hat. Aber bennoch verhalt fich die eingeschlogne Luftfaule einet tonenden Pfeife vollig eben fo, als ein fefter Körper, der fich ber lange nach fcmingt. Denn Die einfahrende Luft, welche fich durch enge Rigen und Deffnungen in Die Pfeife drangen muß, erbalt dadurch, daß fie fo in fammengedrangt wird, eine große Schnelligfeit, inben fle auf die innere Luftfaule flofit, und ba diefe an ben Seiten allenthalben eingefchloffen ift, fo wird fie mert lich verdichtet. Sie behnt fich alfo gleich nach ber Beti Dichtung an bem offnen Ende ber Pfeife wieber and

und wird hier verfarzt, aber auch zugleich am andern Ende durch die hineingeblafine Luft verlängert und ers ganzt. Indessen dauert das hineinblasen immersort; die Lustsäule wird daher nach der Ergänzung wieder dichter und dehnt sich gleich darauf aus. So wechselt Berdichtung und Ausdehnung immer in gleichen Zeis ten ab, wie ben einem sesten Rörper, der sich der Länge nach schwinget, nur mit dem Unterschiede, daß ben diesem immer derselbe Theil an seinem Ende der Lusts saule immer andre und andre Theile heraussahren. Daher dauert auch das Zittern jenes Körpers immer und eine Zeit lang fort, nachdem es einmal erregt worden ist, anstatt daß eine Pfeise sogleich zu tonen aussch, sobald man nicht weiter in sie hineinbläst.

Bird die Luft ju ftarf in die Pfeife geblafen, fo fabrt fie oft großentheils an Der Seite tief in fie binein, dringt irgendmo in der Mitte in die eingeschlofine Lufts faule und verdichtet fie theilmeife. Alebann laft Die Pfeife einen bobern Rebenton boren. Indeffen verhalt fle fich auch in Diefem Stude, wie ein fefter Rorper, der fic ber gange nach fowingt. Denn Dr. Chladni bat Durch die Erfahrung gefunden, daß ein harter elaftis fder Stab, ber an beiden Enden free ift, entweder in Der Mitte, oder bier und in der Entfernung des vierten Theile von feinen beiden Enden, zc. Schwingungefnos ten bat, wenn er fich ber gange nach fowingt; mit els nem Borte: daß feine Tone mit der natürlichen Jahr lenfolge 1, 2, 3, 4 2c. übereinfommen. Ein Stab bins gegen, ber an einem Ende befeftigt ift, hat entweder gar feine, oder 3, 5 2c. Schwingungsknoten, fo, daß feine Sone mit ben ungeraden Bablen 1, 3, 5, 7 1c. übereins fimmen. Ueberdiefes ift fein Grundton um eine Oftabe tlefer, als ber Grundton beffelben Stabes, wenn et gang fren ift. Folglich verhalten fich die offnen Pfeifen vollfommen als gang frepe, und die gebecten als an

einem Ende befestigte Stabe. Auch bat Der Chlabus aefunden, daß die längentone überhanpt gar nicht von Der Dide ber Stabe, mobl aber von ihrer fange und ber Befdaffenbeit ihrer Materie abbangen. Ibre Doben namiid verhalten fich ber Graben von gleicher Materie und ben einerlen Sowingungsart, umgefehrt wie Die Langen der Stabe ober Saiten. Dr. Chladni verfichert alle Raterien, Die er in einer binlanglich langen fab. formigen Beftalt erbalten fonnte, in Anfebung Der Lam genfcwingungen, unterfacht zu haben, wie 1. 8 mans derlen Solger und Detalle, Blas, Bifchein ze. Auf Die eigenthumliche Somere fommt ben diefen Somingune gen nichts an. Co geben j. B. Lannenholz, Glas und Eifen, ben gleicher lange, faft einerlen Zon, und etwas åbulides låft fic auch von Meffing, Eichenholz und thos nernen Sabafspfeifenftielen behaupten. Dagegen tont, unter übrigens gleichen Umftanden, Gifen bober, als Rus pfer, Diefes bober als Gilber, und Diefes bober als Binn.

Auch der Ton der sogenannten brennenden Darmonis fa, den man hort, wenn man enge und lange Glasgloss ten ader Röhren über angegündeter brennbarer Lust halt, ift ein wahrer Peistenton. Durch die Flamme und die Strömung der brennbaren Lust wird die eingeschloße ne Lustsäule der Röhre eben so verdichtet und ergängt als durch das Einblasen. Die dadurch erzeugten Som richten sich auch gänzlich nach denselben Gesehen als

undre Pfeifentone.

Or. Chladni hat eine kleine Orgelpfeife in einer glafernen Glode befestigt, und beibe nach und nach mit verschiednen Luftgattungen angefüllt, nachher aber dieselbe Luftgattung, mit welcher beibe angefüllt waren, durch eine Glase in die Pfeife gedract, damit diese thnen mußte. Go fand et unter andern, daß die Pfeise in der Stickluft einen Zon angab, der um einen halben Zon tiefer war, als der, den sie, unter übrigens vollig gleichen Umständen, in gemeiner Lust horen ließ. In der sauernden war ihr Klang saft um einen gangen Zon tiefer, als in gemeiner Lust. In

XX

95

23

£.

ė

.) m

r

£

ø

É

brennbarer Luft war der Son der Pfeise zwar um etwas mehr, als eine Oftave, hoher, als in ges meiner Luft; aber dennoch hatte er wenigstens um eine Oftave und eine große Terze hoher sepn muffen, wenn die Tone, wie man gewöhnlich ans nimmt, sich wie die Quadratwurzeln der eigenthums lichen Schweren der verschiedenen Luftgatzungen verhalten hatten. Da die brennbare Luft 6—7 Mal eigenthumich seichter war als die gemeine.

Saiten find biegfam und erhalten baber nur Durch die Spannung eine betrachtliche Rederfraft. Chen das muß man auch von den gellen ber Troms meln und Paufen fagen, beren Son defibalb von Der Rraft abbangt, mit welcher man fie fpannt. Aber unbiegsame und barte Rorper baben icon von Ratur eine mehr ober weniger farfe Gpans nung, und zeigen begbalb an fich fcon eine bes trachtliche Feberfraft. Indeffen unterscheiben fic Die Tone aller Diefer Rorper von ben Tonen der Saiten und ber Bladinftrumente mefentlich darin, daß fie nicht mufifalisch find. Die Rebentone namlich eines eigentlichen Dons oder eines mufifalischen Cons muffen fic allemal jum Grundtone, wie 2, oder wie '3 oder 4 oder 5 u. f. w. verhalten, und bloß diese beiffen barmonische Tone. Die Tone aber, welche man aus unbiegfamen Rorpern erhalt, indem man fie anichlagt, ober mit einem Bogen ffreicht, baben nie Die angeführten fondern allegeit andre Berbaltniffe unter einander, und find babet auch feine harmonische Tone.

Ueberdiefes haben bergleichen Rorper gewöhnlich gar feinen eigentlichen Grundton, sondern alle ihre Rlange muffen als btofe Rebentone angesehen werden. Denn fie schwingen fich nie ihrem gangen Umfange

nach, fle mußten benn bunn und linienformig fenn, fo wie AB oder AD (Rig. 105), fondern fie fous dern fich in verschiedne Theile ab, von denen fich jeder besonders schwingt, so wie AB (Rig. 106) in Die beiden Theile AC und CD. Die Bunfte oder Linien ober Rlachen, welche alebann ruhig bleiben, und ibre fich fdwingende Theile abfondern, man als' ibre Schwingungefnoten anfebn. Dert Chladni bat gezeigt, wie man diese Anoten ben etwas ' breiten Rorpern fichtbar machen fann. Denn wenn man dergleichen Rorper an einer ober mehreren Stele len fo halt oder unterftust, baf ihre Oberflache mags recht bleibt, bernach aber unter einem rechten Dins fel mit dem Bogen einer Geige ftreicht, fo fiebt man beutlich, bag ber feine Sand, ben man bor bem Streichen auf fie geftreuet bat, bon einigen Stellen beruntergeworfen wird, auf andern aber rubig lies gen bleibt und gemiffe ginien bilbet, welche Die Stell len und Richtungen ber Anoten bezeichuen. baupt ift das Streichen mit einem mit Rolopbonium bestrichnen Bogen eines der besten Mittel um Die Tone unbiegfamer barter Rorper ju erforicen. Dan fann dadurch fogar aus dunnen Bretern und bolgersnen Staben oft einen fortbauernben Rlang beraust Uebrigens find die Linien der Schwingungs. Inoten oft ziemlich unregelmäßig; Die neben einander liegenden Theile aber ber Rorper, welche durch eine folde linie abgefondert werden, fomingen fic auf eine entegengesette, Die einander gegen über liegens den auf eine übereinstimmende Art. Bon Der erffern namlich erhebt fich der eine, indem fich der andre fenft, die lettern bingegen fenten und erheben fic sugleich.

Die Tone bunner harter Stabe und fomaler Bledftreifen hat besonders Euler febr umftandlich und

ber Erfahrung gemäß berechnet, in Anfebung aber ber Tone andrer unbiegfamer Rotper fehlt os noch ganglich an einer richtigen Theorie. Die alte Meis nung, daß der Con folder Stabe, die ihrer gangen . Lange nach nicht flingen, von einem innerlichen Bits tern ihrer Theilden berrubre, ift ein Jerthum. oft ift ein Stab ju lang und fdwingt fich baber ju lange fam, wenn er fich feiner gangen gange nach fcmingt, als daß feine Sowingungen borbar fenn follten. Solagt man ibn aber in Diefem galle fo, bag er fic theilmeife fdwingt, fo bort man einen Rlang. Dunne unbiegfame ringformige Rorper fowingen fic lieber bon oben nach unten, wenn fie magrecht liegen, als von außen nach innen, weil im lettern Salle ihre Theile fich mehr gegen einander ftemmen. Gie theis Ien fich allemal, indem fie fich fchwingen, in vers fcbiedne Theile, fo wie auch die etwas breiten Bleche und Glasftreifen.

Borgualich bat Berr Chladni die Art, wie Glots fen klingen, von der man fonst ganz unrichtige Bes griffe batte, burch feine Berfuce ins geborige Licht Ben dem Saupttone einer Glode, ber einzige ift, bon dem man Gebrauch zu machen pflegt, theilt die Gloce fich in vier Theile, Die fich befonders fdmingen, von gleicher Große find, und auch, wenn die Glocke allenthalben vollfommen gleiche artig, regelmäßig, und gleich dick ift, alle einerlen Lon, fonft aber mehr ober weniger verschiedne Tone, angeben. Bon ben beiben Stellen namlich, wo ber Ridppel an die Glocke Schlagt, liegen ju beiden Seis ten, in einer Entfernung von 45 Graben Schwins gungefnoten, Die fich bis oben in Die Glocke binaufs giebn. Ben Sarmonifaglocken ift ba, wo man fie reibt, der Anoten, und er geht alfo um die gange Slode berum, indem diefe fic brebt. Es tann aber

eine Glade, so wie auch eine jede runde Scheibe, die fich fast völlig auf eben die Art schwingt und theilt wie die Slocke, sich noch auf viele andre Arten in schwingende Theile absondern, und eine Menge von Rebenklängen hervorbringen, die aber sämmtlich nur harmonisch sind. herr Chladni hat gefunden, daß die gleichartigen Tone der Giocken, Scheiben und Befäse, die einander ähnlich und von gleicher Masterie gemacht sind, sich gerade wie ihre Dicken und umgekehrt wie die Quadrate ihrer Durchmesser, vers halten. Es werden daher die Lone einer Glock hör her, wenn sie denselben Durchmesser behätt, zugleich aber eine größre Dicke bekommt.

Wasser in ein Sefaß gegossen, macht den Rlang desselben tiefer; und wenn man aus einem mit Wasser angefüllten Gefäße Tone lockt, so sieht man im Wasser tleine Wellen, die um desto mehr an Größe abnehmen, je höher der Ton des Sefäßes wird. Schon Balilei kannte diese Ersahrung.

#### Siebzigster Brief.

Sie fonnen fich davon, daß auch von unbiegfamen und harten elastischen Körpern die Schwingungen, felbst wenn sie erwas groß find, eine gleiche Dauer haben, durch die Erfahrung überzeugen, wenn Sie eine etwas große schneckensormig gewundne Stahlfer der mit dem innern Ende an der wagrechten Welle eines kleinen Rades von 4 bis 5 Jolien im Durchmesser, mit dem äußern Ende aber an einem unbeweglichen

Abrper außer dem Rade, befestigen. Denn wenn Sie jenes Rad nach der einen Seite so lange dreben, bis sich die Feder start zusammengezogen hat, und es hierauf plosisch loslassen, so werden Sie seben, wie sich die Feder wechselsweise desnud und zusammenzieht, indem zugleich das Rad ims mer hin und her geht. Da diese Bewegung oft ziemlich langsam ist und lange anhält, so können Sie die einzelnen Schwingungen leicht zählen, und durch Hülfe einer guten Uhr bemerken, daß sie insgesammt gleichzeitig sind, sie mögen groß oder klein seyn.

Much bie Stablfebern bet Rutiden ichwingen fich auf eine abnliche Art; und obyleich ihre Schwins gungen burch die Stofe, die fie, wenn man fahrt, leiden, unregelmäßig werden, fo nugen fie beni noch blog badurch, daß fie fie immer in gleichen Beiten ju vollenden ftreben. Satte der Raften einer Rutiche eine harte Unterlage von Solz oder Mes tall, fo murde er, ben jedem Stofe, den Die Råder befommen, abspringen, hernach durch fein Bewicht auf Die barte unbiegfame Unterlage-aufs folagen, und fo ben im Bagen Sigenden eine Reihe farter Stofe mittheilen, welches ihnen uns angenehm fenn mußte. Sangt aber ber Raften in Riemen, fo fallt er, nach jedem Stofe gegen die Råder, auf diese guruck, debnt fie, ba fie nache geben, etwas aus, und verliert. fo feine Bewes gung allmablic und nicht ploBlic, besonders wenn bie Riemen an Stahlfedern befestigt find, welche fich frummen und daber verurfachen, daß bje Ries men noch ftarter nachgeben. 3war fangen biere auf die Rebern mit ben Riemen und bem Raften an, fich ju fowingen; allein Diefe fanfte Bewes gung ift ben in ber Rutiche Gibenden gar nicht

unbequem, und ba fich die Stoffe, welche bie Ras ber leiden, bloß durch die Stahlfebern ben Raften mittheilen, fo tonnen fie jene schwingende gleichzeitls ge Bewegung zwar verfarten ober schwächen, aber nie plohlich vernichten.

Da alfo felbft die größern Sowingungen barter, gleichformiger, burchaus gleich bider und breiter, fcmaler Blechftreifen und Stabe gleichzeitig find, fo barf man um befto weniger zweifeln, bag auch ihre unmerfliche Schwingungen ebendieselbe Gigenfcaft Die Babl derfelben in einer gemiffen und bes fimmten Beit nimmt, nach ber Theorie und Erfahr zung, um befto mehr ab, je geringer ibre Dicke und je größer bas Quabrat ihrer lange ift. Bon gleich langen Staben fdwingt fich berjenige noch einmal fo langfam, und fein Con ift um eine Oftave tiefer, Deffen Durchmeffer halb fo groß ift, als der des ans Dern; von gleich Dicten Staben aber fowingt ber bren Mal langre fich neun Mal langfamer. boren Die Schwingungen folder Stabe, wegen ihrer Langfamteit, bald auf, borbar ju fepn, wenn die Stabe nur etwas lang find. Gie verhalten fich in Diefem Stude, befonders in Anfebung ber Dide, gang anders, als gespannte Saiten, beren Dicke und gange auf ibre Spannung feinen Ginfluß bat. Aber harte Stabe find um defto unbiegfamer und folglich auch von Natur um defto ftarfer gespannt, je Dicter fie nach Berhaleniß ihrer gange find, und bas ber unterscheiden fie fich fo mertlich von gespannten Saiten.

Wenn aber Saiten ober anch unbiegfame Rorper nicht durchaus gleich bicht ober bick ober breit find, fo haben ihre Schwingungen mehrentheils auch feine gleiche Dauer, und fie geben, wenn man fie foligt

ober fouft erfcuttert, antweder nur einen bloffen Schall, ober einen unreinen, falfchen, unangenebe men Rlang, der feine gewiffe beständig fortbauernde Sobe bat. Go verhalt fich unter andern auch eine gespaltne Glode, Die man als einen ungleichartigen Rorper anfehn muß, deffen Dichte und Spannung in feinen verschiednen Theilen febr verschieden ift. Selbst gleichartige und durchgebends gleich dicke Rors per haben oft unreine ane, wenn fie ju bart und unbiegfam find. Ihre fdwingende Theile fons nen fic alsbann nicht geneu genug absondern, und werden, mabrent ber Schwingung, bald etwas lans ger bald farger, Die Rnoten erhalten eine gemiffe Breite, und der Ton wird ichwantend. Man fann alsdann diefem eine größere Reinigfeit geben, wenn man den Rorper in feinen Anoten feft unterftust, weil feine fomingende Theile nunmehr immer gleich Aber Diefe Theile felbft muß man wes lang bleiben. ber ber einer Saite, noch ben andern Rorpern, bes rubren, indem fie fich fdwingen, wenn der Con nicht leiben foll. Salten Gie einen harten elaftifchen Rore per dicht an einen tonenden, außer feinen Anoten, fo dauern Die Schwingungen gwar' mehrentheils forte weil der elaftische Rorper in den tonenden guruckwirtt, allein fie find nicht frep, und daber wird ihr Ton fcmirrend, undeutlich und unangenehm. Berühren Sie aber einen Theil, ber fich fcwingt, mit einem weichen unelaftifden Rorper, fo mirb ber Con faft im Angenblick erftickt, weil jener Theil bem welchen Rorper feine Bewegung mittheilt, ohne bag biefer in ibn jurudwirft, und felbft ju gittern anfangt. Daber pflegt man die Tone mufifalischer Inftromente oft burd Euch, welches man mit ben Saiten in Bes rubrung beingt, ju dampfen, damit fie nicht ju lange nachtlingen.

Ans diefer Urfache tommt ben bem Tonen ber Rorper fo viel auf Die Artian, wie man fie erfcuts tert. Die Erfcutterung maf ploglich aufboren, wenn fe einen reinen fortbauernben Zon erzeugen foll, bas mit ber fich felbft aberlagine Rorper fich gang fren Ein Sammer 1. B. bebt fich ges fomingen fann. wohnlich nach bem Schlage nicht fonell genug in Die Bobe, er bleibt auf dem gefchlagnen Rorper ju lange liegen, bindert Die Schwingungen feiner größern Theile, und erregt babet' oft einen blogen Schaff. Ein mit harge eingefdmierter Bogen bingegen reift Die Theilden, an welchen er flebt, mit fich fort, und lägt fie bernach ploglich los, fo, daß fie fich gang fren fdwingen tonnen. Defibalb fann man oft burch . ibn auch aus folden Rorpern Tone giebn, Die, wenn fe auf andre Art erschuttert werben, einen blogen Schall bon fich geben.

3d babe gefagt, daß ein Rorper, welcher gebos rig tonen foll, nicht ju unbiegfam fenn muß. unn Die Unbiegfamfeit harter Rorper mit ihrer Dice junimmt, fo. feben Sie Die Urface, weghalb alle unbiegfame Rorper, nach Berhaltniß ihrer Große, bunn fenn muffen, wenn fie eines Rlanges ober Cos mes fabig fenn follen. Ein dunner Stab von Stabl giebt, wenn er geborig angefchlagen wird, einen bels Ien und ftarten Rlang, ein bides Stud Stabl aber nie etwas mebr, als einen blogen Schall. Auch Diefes fångt, wenn es geschlagen wird, fich theilmeife ju fdwingen an; allein feine fcwingende Theile haben feine bestimmte gange, und bindern einander wechs felsmeife in ihrer Bewegung. Defhalb empfangt Das Ohr eine Menge von Schlägen, Die in febr uns gleichen Beiten auf einander folgen, und febr balb aufboren; mit einem Borte; es bort einen blofen Shall aber feinen forthauernden Riang won bes ftimmter Sobe. Und eben so verhalten sich auch alle andre diche Rorper. Indessen ist die Reigung aller Körper zu schwingenden Bewegungen so groß, daß selbst der schwächste Schlag, das gelindeste Rragen, und fast jede Berührung, mit einem Schalle verbung den ist. Auch bep solchen Körpern hört man ihn, die gewöhnlich unter die unelastischen gerechnet wers den, weil wirklich alle einige Federkraft besigen.

Indeffen ist dennoch das Zittern der Theile eines geftoffnen Rorpers, unter übrigens gleichen Umftans Den, um befto beftiger, je elaftifcher und barter ein Rorper ift. Es macht, daß fich die Theile durch ihre eigne Rederfraft bald mehr, bald weniger, von einander entfernen, folglich auch trennen, und bal man daber oft mit einem Schwachen Schlage, von einer merflichen Erschutterung begleitet ift, mehr ausrichten fann, als mit bem ftarffen Drucke, bep welchem jene Erschutterung fehlt. Co spaltet man das Sola mit Reilen, wenn man auf fie folagt, aber nicht, wenn man fie brudt; und überhaupt fceint es, daß man den Reil mit Unrecht unter die einfachen ftatifden Mafdinen rechnet. Denn mehrentheils bangt feine Wirkung gar nicht von dem fatifchen Drucke, fondern bloß vom Schlage ab, welcher die Theilden bes widerstehenden Rorpers erschuttert.

Wenn mehrere harte Körper, die eine ansehnliche Febertraft haben, mit einander verbunden find, sa theilt einer dem andern die empfangne Bewegung mit; einer stößt den andern, und die Erschütterung pflanzt sich also weit durch die Körper fort, weil sie, wegen ihrer ansehnlichen Federtraft, ohne merklich erschüttert zu werden, keinen Stoß leiden können. Uns dieser Ursache hört man, wenn ein Schlagwerk im leeren Raume, unmittelbar auf dem Teller der

Luftpumpe, unter der Glocke fteht, wenn gleich nicht den Ton der Glocke, dennoch jeden Schlag des Hammers, weil dieser sich den übrigen Theilen des Schlagwerks und dem Teller mittheilt, dieser aber mit luft umgeben ist, indem er erschüttert wird. Man kann diese Fortpslauzung des Tons und Schlages nicht anders unterbrechen, als durch weis de Körper, Tuch, Wolle, Betten u. s. w. Denn da dergleichen Körper, wenn man sie nicht auf eine gewisse Art spannt, oder sehr start zusammendrückt, nur eine sehr geringe Federfraft bes siehe, so machen sie jene Fortpslauzung ganz uns merklich, wenn sederharte Körper durch sie ganz von einander abgesondert werden.

Ein jeder Stoß auf einen federharten Rorper bringt alfo, wie ich fcon gefagt habe, in einer gans gen Reihe andrer, Die mit jenem verbunden find, Erschufterungen bervor, von benen man Die größern oft ficht oder fublt, indem die fleinern einen gemiffen Shall erzeugen. In einer Muble gittert alles von ben beftanbigen Stofen gemiffer Theile auf andre, und baburch wird oft ihre Reibung auf einander febr vermindert. Go fdwingen fic auch die Baume Der Rutichen von den Stoffen der Rader oft febr merflich, und es gittern die Renfter in den Bims mern, wenn man etwas fart auf ben Rugboben tritt, ober wenn ein befchlagner Bagen fonell åber bas Steinpflafter vorbenfabrt. Aber dages gen bemerkt man auch oft die Kortpflanzung einer fomachen Erfchatterung gar nicht, ungeachtet fie Wenn man zwen Bendels wirflich Statt findet. ubren, die vollfommen in gleichen Zeiten ihre Sowingungen machen, wenn gleich in einiget Entfernung, an einer bolgernen Band neben eine ander stellt, und sie Anfangs in ungleichen Zeits punkten ihre Schwingungen anfangen und endis gen läßt, so sindet man immer, daß sie nach Berfluß einiger Zeit ganz übereinstimmend schlas gen, und jede Schwingung, beide zugleich, ans fangen und endigen. Diese Uebereinstimmung rührt unstreitig bloß von den unmerklichen Erschütteruns gen her, welche die Uhren durch ihre Schläge in der hölzernen Band verursachen. Diese pflanzen sich von einer Uhr zur andern fort, haben auf ihren Gang einen Einstuß, verzögern den einen, und beschleunigen den andern etwas, so lange, die beide ganz übereinstimmend schlagen.

Aber nicht bloß fefte, fondern anch fluffige Rorper geben bep dem Stofe einen Schall. Man bort Baffertropfen auf Baffer fallen, und übers baupt wird jeder Stof oder Schlag, den das Baffer leibet, von einem Beraufche begleitet. Dies fer Schall wird aber, ba bas Baffer fluffig ift, auf eine gang andre Art erzeugt, als ben feften Rorpern. Denn nur ein fefter Rorper fann gittern oder fich fcmingen, weil feine Theilchen feft jus fammenbangen; ein fluffiger aber ift blefer Art ber Bewegung unfabig, es fen benn, bag ber Mangel bes Zusammenhanges ben ihm burch andre Urfachen erfest wird, fo wie ben der in Pfeifen eine geschlognen tuft durch die Bestigfeit ber Pfeifen und durch den Druck ber Atmofphare. Ben bem offnen Baffer feblen dergleichen Urfachen, und es fann folglich auch bas Geraufch beffelben von feis nem Bittern des Baffers entstehn, obgleich es ims mer ein Beweis von ber großen Rederfraft bet Maffertheilchen ift. Denn die Luft muß nothwens Dig von diefen Theilden, wenn bas Baffer raufcht,

eine Aelbe schnell, obschon nicht in gleichen Zeisten, auf einander folgender Stoße erhalten, eben fo, als wenn ein fester bloß schallender Körper zittert, weil wir sonst das Geräusch nicht hören könnsten. Dieses aber kann nur daber kommen, daß wiese Wassertheilchen durch den Ornet oder Schlag gustammengedrückt werden, und hierauf, indem sie sich wieder nach und nach durch ihre große Feders kraft schnell ausdehnen, die Infttheilchen stoßen, welche sie berühren.

Auf eine abnliche Mrt fcallet auch Die Luft. Der Souf von einem Bewehre fnallt, weil Die Theilchen der durch die Enfindung des Bulvers erzeugten Inftartigen Materie fic nach und nach ploBlich ausdehnen und die luft von ihnen eine gange Reibe fonell auf einander folgender Stofe erhalt. Eine Beitsche fnallt, weil die Luft in ben Schlinge am Ende der Beitiche gleichfam gefangen und fart jufammengebrudt mirb, bernach aber, ins bem die geschlungne Beitsche aus einander fahrt, fic nach und nach, fonell hinter einander, wieder auss Jeder Wind raufcht, befonders wenn er awlichen Baumen ober andern feften Körpern burche fabrt, weil ben jeder Bewegung der Luft bier und da gewiffe Theile von ihr jufammengebruckt merben, und nachher, wenn fie fich wieder hinter einander burd ihre gederfraft ausdehnen, der übrigen Luft, fo wie ein gitternder fefter Rorper, eine Reibe von Stoben mittbeilen.

### Ein und fiebzigfter Brief.

Bey dem Stofe der Romer fommt überbaupt unger mein viel auf Die Befdwindigleit bes ftoffenben Rore vers an. Gine offne, leichte und bunne Thure tann. burch einen fowaden Stof leicht bewegt und ges foloffen werben. Schiefen Sie aber eine Rugel auf fie, fo wird fie burchbobet und bewegt fic nicht. Denn ein ichmacher Stoß auf gewiffe Theile eines Rorpers ift nicht bermogend ihren Bufammenhang mit ben abrigen Theilen ju trennen. Daber fonnen fich die geftofnen Theile nicht befonders bewegen, fondern fie theilen Die erhaltne Bewegung bem gans gen übrigen Rorper mit. 3ft aber ber Stof farter als die Rraft bes Busammenhanges, hat er eine große Schnelligfeit, fo reifen fic die geftognen Beile von dem übrigen Rorper los; fie behalten Die empfangne Bewegung gang allein fur fic, und ber übrige Rorper bleibt gang rubig. Go fann man eine febr fcwere Rugel, Die auf einem Tifche liegt, Durch einen feinen an fie gebundnen gaben gulest febr mertho und fart bewegen, wenn man den Raden febr fcmach, aber anbaltend giebt. Biebt man ibn aber gleich Anfangs fehr ftart, fo gerreißt er, und Die Rugel bleibt gang rubig liegen. Einen Pfeifens ftiel, ber an dem einen Arme einer Wage magrecht befestigt ift, indem der andre Urm ber Bage ein gleiches Wegengewicht tragt, fonnen Die burch einen farfen Schlag entzwep folagen, ohne daß Die Zunge ber Bage fich rabrt, wenn fie gleich fonft noch fo beweglich ift. Ja wenn Sie, anftatt bes Pfelfene ftiels, einen eisernen Stab mit einem Segengewichte

an her Wage befestigen, und auf das Eisen mit einem Pfeifenstiele ftart ichlagen, fo rührt sich, indem dieser zerbricht, die Zunge der Wage eben so wenig als vorher. Denn der Pfeisenstiel behält eben dess halb, weil er bricht, seine Bewegung gang für sich, ohne sie der eifernen Grange mitzutheilen.

Dit dem Bieben bat es eben die Bewandtnif, als mit bem Stoffen und Schlagen. Befchweren Sie die beiden Enden einer Bage mit fleinen und gleichen Bewichten , 1. B. von 8 ober 12 loth. Binden Sie alebann an bas eine Ende berfelben mit einem etwas langen Zwirnsfaben eine etwa gegen 3 Pfund fomere Rugel feft, Die Gie nabe unter der Mage mit der band unterfingen. Sie hierauf die Dand ploplic weg, bag die Rugel fren berunterfallt, fo wird ber Raben jerreifen, und die Bage gang unbewegt bleiben. Und zwar wird der Raden reißen, wenn gleich er mehr als 3 Pfund, Die rubig an ibm bangen, tragen fann. Denn wenn ber an ihm befestigte Rorper bund eine gewiffe Sobe fallt, fo fpannt er ben gaben nicht bloß mit feinem Gewichte, fondern auch mit ber gangen Rraft, Die er burch ben gall erlangt hat. Er theilt ibm eine anfehnliche Bewegung plots lich mit, und befibalb reift ber Raben.

Oft erfest bep Körpern, die eigentlich nicht jusammenhangen, die Schwere oder ein andrer Druck und die Reibung die Stelle des Zusammens hanges. Ein Schiff theilt seine Bewegungen allen Körpern mit, die fich auf ihm befinden, und ein Bret den Gewichten, die man auf daffelbe legt. Aber auch diese Art des Zusammenhanges wird durch einen ploglichen und schnellen Stoff gleiche sam vernichtet. Legen Sie auf eine hölzerne Scheibe, mit welcher Sie ein leeres Bierglas bedecken, ein

Stack Seld, und ftoßen pierauf die Schribe durch einen ftarken horizontalen Schlag plohlich vom Slafe, fo werden Sie sehen, daß das Geld in das Glas sällt, ohne an der Bewegung der Scheibe den gestingsten Antheil zu nehmen. Dergleichen Erfahr vungen giebt es unzählig viele, welche alle beweissen, daß ben rinem sehr schnellen Stoße sich die zestoßnen Theile alle ganz abgesonderte Körper bestragen, und bie empfangne Bewegung allein für sich behalten.

Diefe Erfabrungen aber muß man bor Augen baben, wenn man fich von der Fortpffanjung des Schalles und der Tone dentsiche und richtige Bes griffe machen will. Jebermann weiß, bag ju ber Entstehung eines Shalles febr fonelle Schwingung gen in ben ichallenden Rorpern mefentlich nothe wendig find. Bir muffen alfo bieraus nothwendig foliegen, baf fic Die Materien, welche ben Shaft fortpflangen , eben fo baben betragen , wie alle Rorper ben pibBlichen und febr fcnellen Stafen überhanpt; daß die geftofinen Theilden nicht als zusammenbangende, sondern als abgesonderte Daffen anf einander wirten, und daß biefe befondre Art der Wirfung jur Erzengung eines Schalles unums ganglich nothwendig ift. Wenn ber Schall fich, wie Remton glaubt, burd Luftwellen fortpflangte, bie ben auf der Oberflache rubiger Gemaffer errege ten Rreifen, von welchen ich ben einer andern Belegenheit geredet habe, abnlich find, so mußte jede Schwingung eines elaftifchen Rorpers borbar feon, weit jebe auch noch fo langfame gang abne liche Bellen in der Luft erregen mußte. Und wie tonnte ber Schall fic burch Baffer, burch Solg und alle andre fefte und fluffige Rorper fortpfians jen, wenn er fich nur durch Enfewellen fortpflanjte?

Remtons Theorie von der Fortpflanjung des Schals les ift nicht nur bocht duntei und unerweislich, fons bern fle widerspricht auch aller Erfahrung. Der Schall mufte viel langfamer fortgehn, als er wirts lich fortgeht, wenn fie mahr mare.

Der Goal pflangt fic unfehlbar blog burch Die Rederfraft der Rorper fott, durch welche er auch entfieht. Gie wiffen, bag gleiche elaftifche Augeln, Die einander berühren, wenn gleich ihrer noch fo viele neben einander bangen, jeden Stof, ben die erfte befommt, fo fortpflangen, daß die mittleren Rugeln alle rubig bleiben, und blof bie lette mit berfelben Gefdwindigfeit-abfpringt, welche Die erfte Durch ben Stof erbalten bat. Abrtpflanzung bes Stofes ift bas wahre Silb ber Rortoffanzung bes Schalles. Unt' Diefe Aebnlichkeit noch beutlicher einzufenn, muffen Gie fich mit ben folgenden Erfahrungen befannt machen. Sie eine Menge gleicher elfenbeinerner Rugeln an gleichen und langen Saben fo neben einander auf, daß alle einander berühren, und daß die Mittels punite aller in eine und eben Diefelbe magrechte Deben Sie alsbann blof bie erfte Linie fallen. Rugel auf, und laffen Sie fie auf Die zwepte mit einer gewiffen Gefdwindigfeit fallen, fo fonbert fic fogleich nur die lette Rugel allein ab, und fleigt mit einer gleichen Befdwindigfeit berauf. Sie bie gwen erften Rugeln gufammen auf, und laffen Gie fie jugleich und auf einmal auf Die britte fallen, fo fondern fich Die zwen festen Rugeln ab und fleigen gufammen in bie Sobe. Seben Sie Die brep erften Augeln jufammen auf, fo fondern fic, indem fle an die vierte flogen, die brep letten Augeln jugleich ab u. f. w.; und mit einem Worte: je größer die ftogende Maffe wird, um befto mehr

simmt and die fic absorbernde, und jener pleiche Und Diefen Berfuch tann man nicht bloß mit Rugeln , fondern auch wit Barfein. Prismen, Balgen u. f. w. und andern Sbryern machen, wenn fie nur einander gleich und elaftifd Der Etfolg ift immer berfelbe, und er zeigt angenicheinlich, bag überhannt in jedem Rarper, ber eine gemiffe Rederfraft bat, wenn irgend einer feiner Theile fonell'und platlich geftoffen wird, fo bag ich Der Stof burd bie übrigen Theile, ale burd natur. fammenhangende Doffen fortyffangt, baff, fage id. Diefer Stof burch ben Rorper in geraber Linie nach feiner anfänglichen Richtung fortgebt, und bes Rorper gleichsam in ungablig wiele einander gleiche febr fitine Maffen abfondent, in wolche ber Gtaf wach and nach übergeht, bis endlich die legte mit Derfelben Gefdwindigfeit ben ben abrigen gang rubiar bietbenden Maffen abfpringt, mit welcher bie erfte geftogen mirb.

- Schwingt fich alfo eine fart gefvannte Snite in der Luft. fo fiost fie die Lufttbeilden, indem fie fich frammt, mit ber größten Schnefligfeit ploblic Diefe Stoffe gebn baber auf dia eben ber fchriebne Mrt Durch Die Luft, und Die letten Lufts theilchen, weiche unfar Dhr berühren, fpringen ben iedem Stofe des tonenden Korpers ab. und wirfen in die Merben des Bebard. Diese erhalten als immer, indem wir boren, eine Reife von Stofen von den Theilden, Die den Schall fortuflangen. Folgen Diefe Stofe immer in gleiden Beiten auf einander und find fie alle bon gleicher Starte, ober nehmen fie gem allmablic an Starte ju ober ab, fo boren wir einen Con. Rolau fie aben unordentlich in ungleichen Beiten und im ungleichen Starte auf einander, so baren wir einen bloffen

Shall. Schwingt eine Saite fich zu langsam, so ift ber Stoff auf die Luft nicht schnell genug, baf er fich auf die beschriebne Art fortpflanzen tounte. Wir heren also alebann ihre Schwingungen auch nicht, wir seben fie nur.

Sie bogreifen hietaus leicht, warum der Schal immer in geraden Linien fortgeht, wie die Etfahrung lehrt; warum er sich durch alle Körper so gut fortpstanzt, als durch die Luft; und warum durch dieselben Lufttheilchen sich hohe und tiefe Tone mit gleicher Leichtigkeit fortpstanzen. Denn es kommt ben der Fortpstanzung des Schalles auf die bie wird ziefe der Tone gar nichts an, weil jeder ein zeine Stoß sich besonders sortpstanzt, er mag ju einer Reihe schnell oder langsam auf einander solgen der Stoße gehören. Daher können hohe und tieft Tone durch dieselben Lufttheilchen gehn, und sich wie die Lichtstrahlen, auf mancherley Art durch treuzen.

Sie maffen aber ben ber Fortpflausung bei Schulles die Seschwindigkeit der Bewegung; welche sortpflauzung selbst unterscheiden. Jeme hängt von der Seschwindigkeit der Fortpflauzung selbst unterscheiden. Jeme hängt von der Schnelligkeit der Schwingungem des schallenden Körpers, diese aber bloß van der Andersche der Materie ab, durch welche der Schall sich fauspflaust. Denn die Fortpslauzung besteht bloß darin, das von gleichen einander berührenden Kaffen, so wie von nehen einander hängenden gleichen Lügeln, die eine sich von einer Seite ausdehnt, und die andre von der andern zusammengedrückt wird. Seides geschleht in allen mittleren Massen immer zugleich. Je größer aber die Federkraft der Massen ist, um desto schweller geht also auch zusammengedrückt, um desto schweller geht

ber Chall fort. .. Auf Die Große ber Bufammens druckung fommt bierben gar nichts au. Denn indem 1. B. eine elaftiche Angel in D (Fig. 25) auf ein unbewegliches Sindernif, ober auf eine gleiche elaftis fce Rugel fibft, Die ihr mit einer gleichen Bemes gung entgegenfommt, und bis an ben alsbann in C befindlichen Puntt abgeplattet wird, fo bewegt fich Diefer Punte aus bem Orte C nach D. Je mehr be fich aber von C entfernt, um beffe grafer wied Der Widerfrand, ben Die Rugel feinen Bewegung Durch ihre Reberfraft entgegenfest. In D ift er am gebften, und er nimmt bierauf, indem jener Punft mieden gegen ben Ort C jurudgeht, und fich, nebft der gangen Rugelij von D weg bewegt, um befto mehr ab, je mehr fich ber Punte bem Orte C nabert, in welchem er oblig verschwindet. Da also die Bewegung jenes Bunfts burch eine Rraft von einer Seite verzögert, von ber anbern aber beschleunigt wird, die fic allezeit, wie die Entfernung von C. verbalt, fo ift fle offenbar ber Bewegung einer gefpannten Saite vollig abnlich . und alfo immer gleichzeitig, fie mag größer ober fleiner senn. (50. Brief t. Anme) Da nun ber gerade und gentrale Stof elaftifcher Maffon gegen einander, wie ich Ihnen an einem andern Orte gezeigt habe, alles geit auf den Stoß gleicher Daffen, die gingnder mit gleichen Bewegungen gerade entgegen tommen, jurudgebracht werden fann, fo folgt, baf ben jebem Stofe Die Bufammendrudung und Ansbehnung ber elaftifden Daffen immer gleich lange bauert, fie mag fart ober fdmad fenn, fo wie größere und fleinere Sowingungen ebenberfelben Saite immer eine gleiche Dauer baben. Die Grife aber jener Daner bangt bloß von ber Zeberfraft ber fich ftofens den Korper ab.

Benn Cie dieses auf die Foutpflanzung des Schalles anwenden, so seben Sie leicht, da hier wuch gleiche und gleich elastische, gleichsam abges sonderte Massen, alleuthalben genade und zeutral auf einauder staßen, daß ihre Zusammendrückung und Ansdehnung überall immer von gleicher Dauer sess muß, sie mag nun starter von seicher Dauer sesse muß, sie mag nun starter von seicher Dauer sesse Masse eine Wasse vielle der Bertze den übrigen Wassen mittheilt, auf die Geschwindigkeit der Fortpflanzung nicht den gerängsten Einsuß hat. Daraus läßt sich beutlich begreisen, warum der Schall allezeit gleich, sonig in der Luft sortgebt, und, warum die flärlisten und schahfen Schälle sich mit gleicher Seschwinz dieseit sortpflanzen.

## 3men und fiebzigfter Brief.

Bep der Fortpflanzung des Schaftes durch die Enft wied immer ein sesse kleines kufttheilichen mit einer Traft, die nur sehr wenig größer ist als die natürs liche Federkraft der Luft, die uns umgiebt, außerst wenig zusammengedräckt, indem das nächstanliegende sich zugleich ausdehnt. Eben dasselbe aber würde geschehen, wenn aus einem immer gleich kark mit der untern atmosphärischen Luft angefüllten Gefäse diese durch eine äuserst fleine Deffnung in einen leeren Raum ausstießen möchte. Dier würde anch jedes Lufttheilchen, indem es in die Deffnung tritt, von dem nächkanliegenden gleichen Theilchen immers fort mit der Federkraft der eingeschlosnen Luft,

welche dieses Theilchen noch gang batte, fortgestossen werden, indem dieses sich zugleich ausbehnte. Da also in beiden Fällen mit Kräften, die einander fast volltommen gleich sind, Massen, die wir als gleich annehmen konnen, weil die Dessung des Gesässes so klein senn kann, als man will, sich auf gleiche liet ausbehnen, so muß auch diese Ausbehnung in beiden Fällen durch eine gleiche Reihe dieser gleichen Massen in gleicher Zeit gehen. Der Schall muß sich also in der Luft mit derselben Geschwindigkeit forts pflanzen, mit welcher die Luft aus jenem Gesässe in einen leeren Raum ausstließen wurde.

Da unn die Rederfraft der untern Luft, Die uns umgiebt, in ihrem mittleren Buffande bem Semichte einer 32. Rug boben Bafferfaule gleich ift, fo murde, wenn man die untre Luft eigenthumlich 850 Male leichter annimmt, als das Baffer, jenes Gewicht . Dem Gewichte einer 27200 Parifer guß boben Lufte faule, Die burchgebends so bicht mare, als die untre Luft, gleich fenn. Die Geschwindigkeit der aus unferm immer vollen Gefage in ben leeren Raum ausfließenden Luft follte baber, nach den shen erwies fenen Grundfagen der Sodraulit, diefer Sobe jufoms men, folglich 1277 Darifer Ruß in einer Sefunde bes Allein fo wenig als die ausfließende Luft jemals Diefe gange Gefdwindigfeit haben murbe, eben fo wenig tann man bep der Kortpflanzung bes Shalles eine fo große Schnelligfeit erwarten. wurde pielleicht Statt finden, wenn die Luft volle tommen elaftifd und vollfommen rein ware. leicht giebt es aber auch noch andre Urfachen, welche fie fomachen, fo wie die Reibung die meiften andern? Bewegungen auf ber Erbe verzögert. Benug, ber Shall geht, wie Sie wiffen, ins Mittel, in einer Setunde une durch 1040 Parifer Suff, alfo faft

nur durch & bes Raumes, burch ben er eigentlich geben follte.

Durd andre Rorper, Die von Ratur eine größte Rederfraft baben, als der untre jufammengebractte Theil der Atmofphare, geht er unfehlbar foneller Denn alle Muterien, in denen er fich forts pflangen foll, muffen nicht blog elaftifc fenn, fons bern auch eine beträchtliche Reberfraft befigen, und Daber entweder, wie die untre Luft, jufammenges brudt ober gespannt fenn, wie es alle barte Rorper bon' Ratur find. Je gebfer biefe Feberfraft ift, um befto foneller ift die Kortpflanzung bes Schaffet. In dem oberften Theile ber Atmofphave j. B. ift fein Ton moglich, weil bier die Buft obne alle ffeberfraft, obgleich eben fo gut wie die untre claffifch ift. Gine Book feine luftartige Materie alfe, Die zwifden allen himmlifden Rorpern burch bas gange Univers fum verbreitet mare, warbe einer foiden innerliden Erfchatterung gar nicht fabig fenn, bergleichen bies fenige ift, burd melde fic ber Schaff in ber bers Dichteten luft fortpfianzt. Deun fie tonnte im Gens gen nach teiner Gegend bin fower, also and nicht durchaus verdichtet und zusammengebricht fenn. Folglich murbe ifr, ihrer Claftgitat ungeachtet, alle mertliche gederfraft fehlen. Es fceint: daber an fich gang uumbglich ju fenn, bag fic bas Licht, wie einige glauben, in einer folden Materie, eben fo, wie der Zon in der Luft, fortpflangen follte.

Eine zitternde Saite fibut ben jeder Schwingung, Die fie macht, wegen ihrer Arummung, Die Luft nach sehr verschiednen Richtungen fort. Ueberdieß bleibt fie, indem fie fich schwingt, nicht immer in einerlen Ebne, sondern fie geht rings umber ans einer Ebne in die andre über, und man kann die drehende Bewegung, welche fie hat, mit dem Ange

unterfcheiben, wenn man fie aufmertfam betrachtet. weil fie, nicht blog nach einer Michtung, foudern nach allen Geiten bin, in bem am ftartften gitterns Den Theile Dicker ju fenn fcheint. Auf eine abnliche Art gittert unfehlbar auch die Luft in den Pfeifen, an gefdmeigen , bag ber Can burd bie ans ben Pfeifen fabrende Luft nachrallen Seiten bin gerftreut wird. Daber verbroiten fich die Confrablen allegeit eben fo, als wenn fie aus einem einzigen Puntte tomen, in geraden Limien nach allen Gegenden fort. Ben bem blogen Schaffe findet biefes noch viel mehr Statt, ale ben bem Cone. Diengu fommt, bag ben jedem Cone oder Schalle nie blog der Sauptibepet tont ober fchallt, indem alle federharte Rorper in ber Rabe jugleich mit ju gittern aufangen, und ihre Tone mit bem Sauptsone vermifden, waburch die Berbreitung bes Cons nach allen Geiten bin noch mehr befordert wird. . Endlich wird ein jeder Schall bon allen Rorpern, auf welche Die fcallende guft Roft, juracfgeworfen, und baber gleich ben feiner Entftebung feine Richtung auf ungahlige Arten bere åndert und bervielfaltigt.

Daß aber der Schall in der Luft nach denfelben Geschen zurückgeworfen wird, als das licht, davon kann man sich am deutlichsten überzeugen, wenn man zwep große hohlspiegel einander gegenüber stellt, und in den Beennpunkt des einen eine Taschenuhr legt. Deun so kann man aft auf eine Weite von 50 Schritten in dem Breunpunkte des andern Spiegels, an welchen man das Ohr halten muß, das Schlagen der Taschenuhr deutlich bemerken, wenn gleich mitten zwischen beiden Spiezeln nichts davon zu hören ist. Dieser merkolles dige und leichts Versuch geht alsdann am besten von statten, wenn die Spiezel parabolisch gefwimmt

find. Mit solden von ihm selbst versertigten Spies geln, die noch in Dreiden sind, hat ihn hofe zuerst 1756 baselbst gemacht. Er beweiset ganz unwidersprechlich, daß die Lufttheilchen, durch welche der Schall fortgeht, sich vällig so wie einzelne und abgesonderte gleiche Augeln oder Würfel verhalten, deren Wittelpunkte alle in eine gerade Linie sallen, und daß sie auch, wie einzelne sedersparte Körper, von harten Slächen abspringen.

Der Schall muß alfo auch von allen aubern barten Riaden, wenn fie gleich raub und teine Spiegel find, wiewohl unregelmäßig juruckgeworfen werben. Auf weichen Rladen bingegen wird er gleichfam erflicht, und bort in ibnen auf, ohne Die jurudgeworfnen Tonfrablen abjufpringen. muffen, wenn fie fich in unferm Obre mit ben Sauptftrablen bes Schalles vermifchen, Diefen vers farten, und es ift bierben gang gleichgaltig, ob fie regelmäßig jurudgeworfen worben find oder nicht, wenn fie nur unfer Ohr erreichen. fogar nicht einmal nothig, baf fie mit ben Daupte ftrablen jugleich ins Dbr fallen. Sie tonnen etwas fpater antommen und fich bennoch mit biefen bers urifden, weil jeder Schall und jede Empfindung eines Schalles eine gewiffe Zeitlang bauert. Aus biefer Urfache bort man in einem Zimmer alles was dafelbft gesprochen wird, auch in einiger Ents fernung von ben. Sprechenben, viel beutlicher und farter ats auf ber Gaffe ober im fregen gelbe; besonders wenn bas Zimmer leer ift und nactte Banbe but. Denn auf ben weichen Reibern ber Menfchen, auf ben Potftern ber Stuble, und auf weichen Capeten erftictt ber Goall. Daber muß auch in einer Rirche ein Redner, um fich berftande lich au machen, die Bruft viel ftarter angerifen,

wenn die Rirche voll, als wenn fie leer ift. Und in unterirbifden gemauerten und gewolbten Ranas len tann man, wegen ber Buruchwerfung von ben Banben: und bem Gewolbe, auch ben fdmachften Schaff in einer febr großen Entfernung von einem Ende bis jum andern boren. Go vermebrt fic auch ber Schall gwifchen Bergen und Beifen, und Daber ift ber Donner in gebirgigen Segenden fare fer und anhaltender als in ebnen. Ueberhaupt rabrt bas Rollen und Brullen des Donners bloß Davon ber, daß unten auf ber Erde unjablig biele Begenftande find, bie ben Schall ber elettrifden Ausbruche won benen oft mehrere fonell auf eine ander folgen, juruchwerfen und verftarten. Benn man febr nabe ben dem Orte ift, ben ber Blis trifft, fo bort man nur einen gang einfachen Schlag, und felbft eine Ranone, die oben auf einem etwas hoben Berge abgefenert wird, verurs facht unten in der Tiefe einen bem Donner vollig abnlichen brullenden und rollenden Coal.

Man bat Sprachfable ober Sprachimmer, Die fo eingerichtet find, baß berjenige, welcher in ber einen Ede beffelben ftebt, alles bort, mas in Der gegenaber ftebenden Ede gang leife gefprochen wird, ohne daß die dazwischen flebenden Berfonen ben geringften gaut bemerten. Dergleichen Bimmer find allemal elliptifch gewolbt, und um befto vollfomms ner, je barter und glatter ihre Gewolbe find. Wenn F und G (Fig. 23) Die Brennpunfte bes Semblbes ADB find, fo liegen diefe Puntte felbft in den Eden des Sprachsimmers, und feine Mauern gehn an ihnen lothrecht bis ju bem Gemblbe in Die Sobe. Außerdem haben fie aber bem Boden eine Sobe von etwa 5 guß. Wenn alfo ein Menfc in der einen Ecfe feinen Mund an Diefelbe balt, so fahren die Tonstrahlen des Mundes, wie GD, gegen das Gewölbe, und werden insgesammt nach F juruckgeworfen, wo das Ohr des andern Mensschen liegt, und daher hott dieser alles, ohne daß die naher ben dem Redenden stehenden den gerings. sten Laut emfinden.

Much das Sprackrobe thut seine Wirfung bloß burch die Burudwerfung bes Challes. bat es juerft 1670 in England erfunden, und es Dienet, Die Stimme Desjenigen, ber es an ben Dund fest, auf eine febr große und ungewoons liche Beite verftanblich zu machen. Daber muß es nicht felbft nachflingen ober fcwirren, weil es nicht eigentlich ben Schall verftarten, fondern viels mehr artifulirte Tone unvermifcht, rein und beuts lich auf eine große Entfernung fortfåbren foll. Man macht es gemeiniglich von etwas bictem Bleche, und giebt ibm die Geftalt einer oben am Munbe engen, nach unten ju aber fich etwas erweiternben, langen, fegelformigen Robre. Bestalt ift unfehlbar auch die beste, ungeachtet man an ibr auf verschiedne Urt, wiewohl obne Erfolg, ju funfteln verfucht bat. Eigentlich follte das Robr mobl ein parabolifder Regel, und an feis nem Brennpunfte abgeschnitten fenn, damit Diefer Punft in den Mund des Redenden fiele. murbe jeder Tonftrahl mit der Ure bes Regels parallel aus dem Robre fahren, indem er von den Banden beffelben jurudgeworfen wird, alfo ber Schall fich durch die Berbreitung gar nicht fomis den, fondern in feiner gangen Starte fo weit als möglich fortgeführt werben tonnen. Benn aber ein folder parabolifder Regei, in Anfebung feiner Lange, nur eine febr geringe Beite bat, fo ift Die Rrummung feiner Geiten auch nur febr unbetrachts

lich, und man kann, ohne ben geringften Rache theil, an seiner Stelle sich eines geraden Regels bedienen, ben welchem, wenn er gehörig eingerichs tet wird, die Schulfrahlen auch nur sehr weuig aus einander sahren. Uehrigens dringen diese Strahlen auch durch die Wände des Rohes, so wie das Licht durch Glas dringt. Daher hoet man, wenn man dem Redenden jur Seite steht, ebenfalls den Ton seiner Stimme.

Benn ber jurudgeworfne Schall etwas fpat in unfer Obr tommt, fic aber boch noch immer aum Theil mit bem Sauptichaffe vermifcht, und mit ibm gleichfam gufammenbangt, fo boren wir einen Rachail. Diefen findet man unter jedem etwas boben Gewolbe, wenn man dafelbft laut fpricht. Dat aber ein foldes Semblbe eine febr anfebntiche Sobe, fo berfpatet fich ber jurudgeworfne Schall fo febr, daß man ibn von bem Sauptichafte bentlich unterfcheiben fann. Alebann nennt man ihn ein Edo. Bermoge ber Erfahrung tonnen wir, wenn wir auf ber Beige ober einem andern Inftrumente Die Tone fo fonell als moglich auf einander folgen laffen, in einer Gefunde bochkens o Tone Deutlich Man muß alfo annehmen, daß ber unterscheiben. finnliche Eindruck eines Schalles von mittlerer Starte etwa & Sefunde banert. In Diefer Zeit burdlauft der Schall 116 Parifer Fuß. Ift alfb ein Gewölbe balb fo bod, fo lauft ber Schall burch 58 guß bis an daffelbe, und nach ber Buructwerfung wieber Durch 58 guß bis ju unferm Dore. Bir boren alfo ein Eco, wir unterfcheiben ben guruckgeworfe nen Esn bom Sauptione, weil jener um & Sefunde fpater in unfer Obr fallt als diefer. Aber bennoch if diefes Echo bem Dauptschalle fo nabe, dag mir, wenn wir reben, nur die lette Gplbe wiederholen

poren. Das Eco ift also ein splbig. Wenn aber ber harte Rorper, ber ben Schall zurückwirft, viel weiter von uns iff, so wird das Eco vielfylbig. Es wiederholt zuweilen zo und nach viel mehrere Splben nach einander, besonders wenn man laut schreit voer durch ein Sprachroft spricht. Denn die Echos Psiegen um besto schwächer zu senn, je weiter die Körper von uns entfernt sind, von welchen sie hersommen.

## Dren und fiebzigfter Brief.

Einige Echos sind ein fach, andre vielfach. Die letzern wiederholen ebendenselben Shall oder ebens dieselben Splben viele Male nach einander. Sie ents stehn daber, daß verschiedne Körper, die mehr als 58 Fuß weit aus einander liegen, denselben Schall in hinlänglicher Stärfe gegen unser Ohr zurückwers sen; oder daß derselbe Schall zwischen verschiednen Abrpern hin und her geworfen wird, und nach jeder Burückwerfung unser Ohr rührt. So ift ben Bers dan zwischen zwepen Thurmen ein Echo, welches jes bes laute Wort 12 bis 13 Mal, nach und nach ims mer schwächer, wiederholt; und ben Koblenz soll am Ufer des Rheins ein siebzehnsaches Echo sepu.

Mauern, Gebäude, Felfen, Berge; Baume, furz alle federharte Körper, und felbst das Baffer, find fähig ein Echo zu vernrsachen, es mögen übris vens diese Körper glatt oder rauh sepn, wenn fie unr entsernt genug find und, in Ansehung unfer, vers schiedne

schiedne lagen haben. Denn indem der in der Lust desindliche Schall an diese verschiednen Körper stöft, wird er von einigen bep unserm Ohre vorben, von nedern nach dem Ohre hin, jurückgeworfen. If nun die Menge der Schallfrahten, wolche die letzer Kichtung haben, groß genng, so hören wir ein Eco. Es müssen aber durchaus mehrene Schallfrahlen von verschiednen Puntten ber unserm Ohre jugeschielt werden, und darin fast jugleich ansommen, wenn das Scho merklich sein soll. Indessen ist der zurückgeworfne Schall doch immer viel schwächer, als der Hauptschall. Daber hören wir nie ein Scho, wenn wir nur leise reden. Ist aber ein Schall kart und nabe, so wird er mehrentheils von einem Eco bogleitet.

Ben einem farten Schalle flogen Die Lufttbelichen in folder Menge und fo fonell binter einander auf Die naben Rarper, bag diefe oft baburch eben fo, wie burd einen einzigen Stof eines barten Rorpers. erfchittert werben, und felbit ju tonen ober in fchale ten anfangen. Borguglich merflich ift die Wirfung bes Schalles in ber Enft, wenn es bonnert, ba sft ein beftiger und naber Schlag bie genfter und bas Dolimert ber Bebaube, ja felbit Die Erde, erfchate Durch Schwingungen, Die auf Diefe Art ers regt werben, wied die Birfung Des Sprachrafts. und bes Coo oft verfidelt, und man muß biefe Berfichtung von ber, welche die blofe Burudwerfung verurfact, febr mobl unterfdeiben. Bir fonnen Daber ben einem febr ftarfen Schaffe jumeilen ein Echs beren, ungeachtet Die juradgeworfnen Sauptftrabe ien ben bem Obre vorbengebn.

Aben fichwache ober maffig farte Tone tonnen nur folche Rorper erschüttern, die mit ihnen harmonisch flingen. Wenn mehrere gespannte Saiten einander nabe find, und Gie die eine bezähren, das fie tont,

fo. sangen alle bobere harmonische Saiten, wie auch die, welche den Grundton angeben, insgesammt ihr zer ganzen Länge nach, von selbst sehe merklich zu zittern au; die tiefern harmonischen Gaiten aber theilen sich in mehrere gleiche Shelle und schwingen sich ebenfalls. Die unbarmonischen Gaiten hingegen bleiben ganz ruhig, wenn sie gleich der berührten hanptsaite näher sind, als die hatmonischen.

Die Urface biefer bocht merfwarbigen Erfach mung, beren Bidtigfeit querft Rameau einfah, und aus ihr alle Regeln ber Darmonie und Ruff Berleitete, grandet fic darauf, daß die Gebfe ber Infttheilden, burd welche fic der Brundton forts Pflangt, immer in gleichen Zeiten auf einander foli gen, und baf biefe Beiten mit ben Schwingungse gelten der harmonifden Saiten übereinftimmen. Denn Die eine Saite macht, mabrent jeder derfelben, 2, Die andre 3, Die dritte 4 gange Sowingungen u. f. m. Daber wird ben ber einen immer ble, zwepte, ben ber andern immer bie britte Schningung u. f. m. burch jeden neuen Stof ber guft verfarte, und ba Diefe Stoffe in folder Menge und fo fonell auf eins ander folgen, fo wird bas Bittern ber barmonifden Saiten febr halb mertlich, babingegen ben ben nus harmonischen jeder neue Stof die uneudlich fleine Sowingung wieder vernichtet, Die ber nachftvorbers gebende erregt batte. Daber femingen fic biefe Saiten gar nicht im geringften auf eine merfliche Art, fanbern bleiben gang rubie. Es verbalt fic mit ben Saiten eben fo, wie mit ben Benbein, Die man bloß baburd, bag man abfagmeife auf fie biaft, in Bes . wegung feben fann \*).

<sup>\*)</sup> Man febe ben fache und vierzigften Brief.

Die bobern barmonifden Galten bewegen fich, wenn ber Grundton durch die Luft auf fie wirft, ftarfer, als die tiefern; am ftarffen die erfte bobere Dftave bes Grundtons, welche zwen; etwas fomas der die erfte Oftave ber Quinte, welche brep; fomas der Die zwente bobere Oftave, welche vier; und am towadsten die zwente Oftave der großen Terze, wels de 5 Schwingungen in derfelben Beit macht, ba fich' Die Saite Des Grundtons einmal fcmingt. Die noch bobern harmonischen Tone bort man faum mebr. Bon ben tiefern Saiten ift die erfte die erfte Oftave; die andre Die zwente Oftave ber Quarte; Die britte Die amente Ofcave; und die vierte bie Dritte Oftave der lleinen Serte bes Grundtons, weil' feber Ton fich ju feiner fleinen Gerte, wie 5 : 8 verbålt. Diefe Tone boren wir alfo mit jedem Tone, einige ftarfer, andre fcwacher, jugleich mit, wenn Saiten ober anbre Rorper Da find, welche burch jes nen Grundton barmonifd erfcuttert werben. Denn' das nicht bloß gespannte Saiten sondern auch andre Banne und barte Rorper, Die fich fomingen und winen, wenn man fie feeticht ober fibft, auch durch: fowache Tone, Die Ach in der Euft verbreiten, bars monifc bewegt werben fonnen, beweifen viele gang demeine Erfahrungen. Renfterfdeiben, glaferne Ges fåße, ja felbft bunne elaftifche Stabe, gittern ben gewiffen Tonen febr merflich und bleiben ben andern gang rubig, wenn in ber Rabe Dufif gemacht, ober ein Juftument gefvielt wirb. Man fann fogar ein Stas perfprengen, wenn man es an ben Dund fest, und ben Con, den es bem Aufchlagen anglebt, febr farf and anbaltenb binein foreit. Denn indem Das Blas harmonifch midflingt; theilt es fich, und Die burch die Angten gerkennten Theile beffelben fomingen fich ben ber lange anhaltenben Starte bet:

Tous fo heftig, haf das Glas, als ein fehr fprober Lorper, julegt zerbricht.

Much dunne Breter tonen harmonifd mit, wenn Die Schallende Luft auf fie fallt, und zwar, ba fie aus Raden von berichiedner gange und Dide jufams mengefest find, mabriceinlich noch mannigfaltiger, als andre Rorper, welche diefen Ban nicht baben. Je bfter fie auf diese Mrt ju beben und je mannige faltiger fie fic baben ju theilen genothigt werben, um Defto leichter und ftarter nehmen fie, fceint, in der folge bergleichen barmonifche Ers fchatterungen an, well ber Bufammenbang swifchen ihren gaben ohnehin nur fowach ift, und burch die Baufige Absonderung in Theile, Die fich jeder befons bere fowingen, noch mehr geschmächt wird. feblbar ift diefes die mabre Urfache, weßhalb ausges fpielte Seigen, Blugel, Rlaviere n. f. w. beffer fline gen, als neue.

Daber beingt man ben ben Saiteninftrumenten allegele einen hohlen Korper von febr bunnen und troduen Bretern an, um ben Son ber Saiten an verftarfen. Es ift febr mabribeinito, bag ein fole der Rorper fich theilweife fcwingt und theilmeife unbt, wenn die Sone ber Gatten in ibn wirfen, und daß er fich ba er gleichfam aus Gniten ansammene gefest ift, auch nach Art ber Gaiten barmonifc theilt, indem er bebt. Denn man berf une, indem cine Saite tont, bas Dhe an eine Deffnung bes bobs len Rorpers einer Geige Balten, um fic bon bem Dafenn ber barmonifden Rebensone ju abergengen. Ber Con ber Saiten wird baber Durch biefen Rorper berfiarft und verandert, ja er befommt: feinen sie genthamlichen Ravafter bloß burch ifn. Denn weich ein himmelmeiter Unterfchieb ift nicht ewifiben bein

Dane ebendurfelben Guite, wenn man fir jueuft auf einem biden Brete, und bernach auf einer Arentel neftr Beige audspannt? In bem bloffen Juractmon fenider Tonftrafien tann diefer muterfafer nicht lim gen, weil ber Son burd bie Geige wirflich gang beranbert und unenblich angenehmer gemacht witte Dieses geht so weit, daß bep ihm fast, plies auf die Beige felbft, und wenig ober nichts auf die Saiten antommt. Es ift alfo quegemacht, bag blog burch Die Bermifchung ber aus bem Solje gezognen bart monifchen Rebentone mit bem Saupttone ber Saiten fic der eigenthumliche Con der Beige bildet, unfer Dhr empfangt, und fur einfach balt, obgleich er febr jusammengefest ift. Ebendafielbe läßt fic pon allen Saiteninftrumenten überhaupt fagen, weil fie alle unter ober neben ben Saiten Resonausboben von Solle haben.

In der Rufit bedient man fich jum Bortrage ber Melobie und ju ihrer Begleitung nur ber Gaitening firumente pber ber Bladinftrumente. Der Con beie ber ift allezeit nur mit harmonischen Rebentonen gef mifcht, und er erregt auch in ben Resonaniboben milb Bor oubeaben Gulten nur SutulOutibe Rebens tone. "Diefer in ufte atifd e coverieigenelice Got ift alfo: von beit Michge ver Battifup' Motten : ulit andrer abribare Rorber mefentich unterfateben, ihr dem diefer faft allegelt burch unihneinschifche Rebens thus mehr svet winiger vetuneeinbatt and nur jak wollen ohne alle Berinifchung von Medrindurg ift. Es waf alls nicht: ein Rangel ber Rinnents vor um Barinoutfchen Mobutbale ber Sileiben gi: Blackeny Bledftrifen und Gtabe, welder binde Ramacall D'Allenibert und Biduffean bewog 'bie Stundfage boe Mufft aus den Resentonen, die fler allenal mit dur Hupttonen virubliben - Berinfelbent - fendern Die

Uebergengung er daft die Actionsone der unftalifden Jakunmente, allegeie harmonische Zone find ennd des man den der Spideung der Grundfäge der Musit nicht auf die emneinen Ridner der Scheiben und Biechstreifen, sondern bloß unf die eigentlichen und wurstlalischen Sone zu sehen haben

Wenn auf mufikalischen Instrumenten zugleich mehrere Thne angegeben werden, so ift es uns vor jüglich angenehm von den höhern Intervallen die Oktaven, Dirinten oder großen Tetzen des Erundischen zu höten. Denn dlese durch den Grundion in den höhern harmonischen Saiten und Körpern erregt ten Rebenthne find wir gewohnt, mit jedem mustalischen Tone schwach mitzuhören. Diese Sewohnkelt und die dadurch erlangte Fertigkeit macht, vielt eind augenehm ist, wenn jene Intervalle bentlich in unt servalle der tiefern harmonischen Saiten mit Wohl gefallen. Sie heben den Mollutiord, so wie die Intervalle der höhern harmonischen Saiten den der Afford.

Die alfeisennen, das das Aogenstmeider Die tenen, Duchten nem gelienischen gemeinen dem die beiten gemeinen gemeinten bestehten gemeinten die bereichte beiten ben dem die bestehte geschiebe geschieben geschieben geschieben geschieben geschieben geschieben des diese Beiten des gehen geschieben geschieben und gehier, soner auf die einen gemein geschieben und gehier, soneren, do wie und ihrer gen wieder einem beweiße, finneren, de wie ihrer gen wiede einem beweiße, finneren, de wieden des seines Gehläge, die das Ohr inseiner gewissen Zeit gehält, übere Angahl noch, unter fich weistlichen sollten? Die Empfindung unfres Ohne ist wiede die Wierung eines Lyfestieben, sonderen wend

beb fo fagen foll, colues : Rontinundis bun Bibfen, und beber fühlen wir auch nicht die Reihe bied fer Sibfe im Dire, fonbetn wir boven ettele Dan ober Schafft. 4: Co. feben: wie jeden Abryent als ein aufgebehutes Kontinuumie ungeachtes: wir: Diet einzelnen Bunter, durch welche ber Rorper benis Muge fichtban beirb, micht jeden befehltere empfine Den. ' lieberbiefes flingt bie Quinte "1. B. unit! immer angenehm, obgleich feretwas niedriger iffn ais fie eigenelich fen follte er lingufith. j. B. wie: 40 1/127 ju bem Granbtone betbalt. " Und: bemt noch wird bas Obe wunfs ftarffte beleidigt, wenk! grody : Tone : sufantneriftingen, Die fich wie 6:1.7% gegen, einander werhalten, nummechtet bas Berbalber miß von 6 : 7 viel leichter und einfacher ift, als Das von 27 : 40. Dergleichen Benfpiele liefen fic noch febr viele anführen, welche alle gang aus genfcheinlich beweisen, baf unfre Empfindung ben bem Busammenflingen ber Tone gar nicht bavon abbangt, ob diese Berbaltniffe einfach und leicht find, oder nicht.

wie Man fast gendhalich, bin seine Ginkriall hat. bo genisse Pariden und Doppelschlitze. Bereite serne Doppelschlitze. Bereite ser einer Doppelschlitze und helden thatbereiten Galten, hennach, nach Berstaß des drieten Ihrenach, nach Berstaß des drieten Ihrenach bereiten, der drieten tiden sachen Galan von der erften, hierauf nach het einen einfachen Griag von der jurgenn, ferner nach it einen einfachen Galan von der jurgenn, ferner nach it einen einfachen Galan von der jurgenn, verner nach it einen einfachen Galan von der jurgenn, verner polistie, und endlich nach in der bierer einen Dopen polistie, und diese Borstellung in and biese Borstellung in war jurgen jurgen und geninder fich auf diese Horstellung in birgen gelicht, worder bestellung in der geninder bie Lugglich gehren gelicht under werginich, worder

Dass Ofe erfalen: Dass wenn ims Wesen ber Quinte in diesen Auslich gebauten Perioden ber flande, was würde aus ihr werden, wenn von den beiden Schlögen, die zugleich ins Ohr sons wen sollen, um einem Dappelschlag zu bisben, der eine nur Font spare um. Tont spare eine nur follen, um einen Dappelschlag zu bisben, der endere kunftreitig sindet ein ihne lichen Fall mehrentheils Start, und bennoch hirn wir, sons alle Doppelschlagen, und bennoch hirn wir, sons alle Doppelschlagen, eine Ausner Inflesen Luften Beitrung der ganzen Reifer von Luftschlagen, wicht aber der einzelnen Schlage von Luftschlagen, wicht aber der einzelnen Schlage pfindungen engengen, wenn gleich sie in ihrem inr nern Baue nicht genam übereinstimmen.

Bier, und fiebzigfter Brief.

eath the transfer of the

. . .

int. 1,5, 1/31

Die Einkelen steil Schallte pangt auch bief von der Genesischeit mie inder welcher derrechtende Aboper ziebler, feindutik für ift mich, muste horigend girk chen: itmitandene und deverkaft der Luft ift, iheiblin welchen sich dur Ohn bestudet, esseigele in welchen sich dur Ohn bestudet, esseigele in welchen der Gehall innestfäht. Denn se dichten die enfant ber Gehall innestfäht. Denn se dichten die enfant theiligen; dier in melter. Ohn winten, und se mehr rune Federstaft sie bestiden, und desse sienes sie enfant eine sie fei. Wein-kantigien, und desse schweller sienes sie

Mittbeliumg um befto foneller, je mehrere Bebers fraft bie Laftefeilden haben. Daber ift: bie Wen wegung, Die unferm Dire nitgetbellt wird, wend wir einen Schall in ber luft boren, überbannt unter fibrigens gleichen limftanben nat befin gros ffer, je gniffat bie Dichtigfait und Hebenfraft bei Luft ift, in welcher wir und beftelben. Alas biefet Urfache verfiert jeder Schall für und feine Gtade wenn wir auf febr boben Bergen feben . felbft beries nige, der den unten ju und henenstommt. Aber auch auf die guft, in welcher ber Schaft emffebt, tommt febr viel an. Be gebfeuihre Dichtigfeit mit Reberkraft ift, um befte ftanter reißt fle gleichfane von allen Rorpern, auf welche fie fallt, Die Thelia den los, und nothigt fie, ale befandre Daffen unf einauber ju mirfen und fo ben Schall fortjupflangen. Go wirft bie verdichtete Buft auf eine Glasglocke, int welcher fie eingeschloffen ift, wenn in ihr ein Schalt entiteht.

Der Schaff geht aus der Luft in alle Korper überwelche biefe berabet, und pflamet fich burch fie forte Indeffen wird er ben diefem Mebergange allemal febr meetlich gefdmächt. Boan bentsauch burch verfchloßs ne Thuten die Stimme eined Menfchen, ber im Sime mer fpricht; allein man bort altes bennoch viel bente licher, wenn die Tharen offen, find. ben Baffer boren diejenigen, welche fich in einer Sauderglocke bedunter verfenden, bas, was über ihnen in dur Euft gesprochen wird, nur unbeutlichund schwath, felbft wenn fie fich mabe unter ber Dbarflache ver Baffers befinden. Diefes rabet mobihauptfachlich dabon ber, daß alle andre Abroer einen ftårtern Bufammenbang Saben, ale bie Cuft. Denn-Die Theiliden einer ihnenden Satte baben immer febr perschiedne Beschwindigfeiten, und bie natifeven

gebt allegeit in berfelben Beit burch einen biel gebe feen Raum bin und ber, als bie an ihren beiben Enben. Huf eine abnitche Art verhalt fich die Gade ben einem jeben Schaffe, und baber find immer won Den Lufttbeliden, welche ben Schaft fortpflangen, einige viel ftarter zufammtengebrucht, als andre. Bon ber Große aber biefer Bufammenbradung hangt bie Contiligieit bes Stufes biefer Theilmen auf anbre Abret ab, obgleich Die Beit, in welcher fie fich wies ber berfiellen, um befte targer tft, je mehreve Seben. traft fle befieen. Wenn alfo bie fcallende Luft auf andre Abrper fällt, Die einen farfern Bufammenhang Baben, fo tonnen Blof Diejenigen Theilchen, welche am ftariften jufammengebrückt find, burd die Schnels. ligfeit ibres Stoffes Diefen Bufammenhang gleichfam überwinden, und bie Abrtpffanjung bes Schaffes durch jette Körper bewirken. Die abrigen fonnen Die Rorper bloß erfchattern und vom ihnen guradiges worfen werben, ungeachtet ber fcallende Rarper fie. ebenfalls von ber übrigen Luft burch feinen Stof gleichsam lodenreiffen im Stanbe mar, weil bie luft. überbaust febr fdwach zufammenbangt.

:Monn wir also einen Con ober Ghall in ber Suft baren, fo wirfen immer viele Lufttheilden gue gleich in bas Dbr, Die eine febr verfchiebne Spans nung, mabifcheinlich auch verschiedne Maffen, haben. Ueberdiefes vermifchen fich mit bem haupttone alles mal eine Menge bon Rebensonen, Die von ben nabe an bem fcallenden Sauptforper befindlichen Rorpern thetis juridgeworfen, theils babned, buf fie jusgleich mit gittern, erregt werben. Alle biefe jugleich in Das Ohr fallende Tone ober Schaffe Dermifchen fich gewöhnlich und machen jufammen wur einen eine sigen Son iober Schall. Denn obgleich wir oft Die Tone :: Die mit angleich boten, unterfcheiben, fo ges

falelt des bod unt, wenn fie, wenig Bens bevaubes von gleicher Starfe find. 3f aber ber Banpttom thel flacter, als die Rebentone in fo tonnen wie biefo nicht, untenfcheiden und boren unt jenen i und ben ben blaffen Schallen find wir noch weniger im Stans De, Diejenigen, Die jugleich im unfer Offe fallen, in. unterfcheiben, wenn fie eine verschiebne Starfe bas ben, fo verfchieden fie auch fonft find. Diefe Dis foung aber gang verschiedner Enftthelichen und bers fchiedner Range ift eine Daupfurface Der Berfchies Denbeit ber Tone. Dadurch erhalten Die Tone tiner Beige, eines flugele, einer flote und jebes anbern Inftruments ihren eigenthumlichen Charafter, an welchem wir fie fogleich erfennen und unterfcheiben, wenn gleich fie bon einerley Dobe ober Tiefe find. Selbft in ben Stimmen ber Menfchen ift eine fo une endliche Mannigfaltigfeit, als in ihren Gefichtern.

Eine andre Daupturfache ber Berfchiedenbeit ber Tone und Schaffe liegt in ihrer fufgeffiven Berandes' rung. Ein Fortepiano und ein Blugel haben abnile de Saiten und einen gang abnitden Bau, Dennoch if ihr Ton fo ungemein verschieden, blogweil in bem einen die Saiten mit Rabenfebern gezife. fon, in dem andern aber mit hammern geschlagen Eben fo febr unterfcheidet fic ber Ton ein werden. ner Fledfaite, nachdem man fie entweber mit einem; Bogen freicht, ober bloß mit ben Ringern reifit.; Denn Der Romen, mit welchem eine Saite erfchuttert wirde bindert im allererften Unfange die freven, Schwingungen der Saite allemal mehr ober meniger, er gittert, felbft mit, und veranbert babund, ibren-Ton. Eben fo wird auch in andern Sallan-ber Ton oft ben feinem Aufange und ben feinem Enbe verane. best. Seibft wenn wir fprechen, thun wir baffelberund biefes ift der Urfprnug ber Mitfanter. . Wit

artifuliren die Sone, und unterfchelden fie barch dies fes Mittel fest bentlich von einander; wenn gleich fie einerlen Sose oder Stefe haben. Auf eine abnib de Art unterscheiden fich auch andre Tone bioß das durch von einander, daß ihre sufgeffide Beründerum gen von verschiedner Art find.

In Anfehung der Fortpflanzung des Schalles muß ich noch hinzufügen, daß der Schall, wie die Erfahrung lehrt, im Polze, der Länge seiner Faden nach, viel schueller fortgeht, als in der Luft, weil das Polz eine größre Federfraft besit, als die untre Luft; daß er aber auch sehr geschwächt wird, wenn er quer durch einen Balken durchgehn muß, mahrs scheinlich weil nach dieser Richtung das Polz sehr uns gleichartig, und in seinen Fäden selbst viel dichter und elastischer ist, als zwischen ihnen. Der Schall ift auch hierin unsehlbar dem Lichte ähnlich, daß er, so wie dieses, bep seinem Durchgange durch ungleiche artige Mittel, sehr geschwächt wird.

Sie felen aus allem, was bisber gefagt were den ift, baß fetbft det einfachfte und reinfie Ton auffetft gufammengefent ift, und fo wie din jebes Ding in ber Ratur, feinen eignen Bau und filn bes funbers Gebebe hat, woburd er fic von jedein ans Dern Tone unterscheidet. Ebendiefes gilt auch von ben Tonen ber menfcblichen Stineme, Die im obern Theile Der Luftrobre gebildet und bernach in Der Rafe und ich Mande burch Die Lipben, Bunge, und 36fne auf mantherlen Art veranbett werben. Die Bufte r'd hre iff der Ranal, burch welche wir die aufre Suft in Die Lungen giebn, bund bernath wieder bie Luft ber Lungen ausathmen. Gie tragt felbft jur menfolichen Stimme nichts ben, ale baf fie bie baju ribtbige Luft aus den Lungen in ibren obern Theif

::

: 2

Į.

:

;

ĸ

5

4

۲

9

ı

auführt, ber ale ein befondrer Rirper angufebn, und etwas weiter ift, als die eigentliche guftröhre, In Diefem Enftrabrentopfe (Larynx), Der beweglich ift, und fich ben boberen Tonen berauf, ben tiefern aber herunter gieht, bildet fich die Er ift mit einem beweglichen Dectel (Epiglottie) verfebn, welcher ihn oft bicht verfolieft, damit Speifen und Setrante über ibn, durch die dicht an der Luftrohre liegende Schlunde rabre, in den Dagen binabgleiten fonnen, obne in die Enfträhre zu fallen. Gleich unter diefens Dedel find zwen gleiche halbfreisformige Daute an ben Banben bes Luftrobrentopfs befeftigt, Die mit ibren innern Randern, wenn fie jufammenfolies Ben, fich nach der Richtung eines Durchmeffers Detjenigen Treifes, Den fie beibe jusammen bilben, fo genan beruhren, daß fie nicht die geringfte Luft burchlaffen, fonft aber, wenn fie fich bon einander giebn, eine linfenformige Deffnung bile den, welche man die Stimmribe (Glottis) neunt, weil fie das eigentliche Werfzeng der Stimme ift. Indem namlich Die Luft mit einiger Gemalt aus ben Enugen burch biefe Rige gepreft wirb, fouttert fie die gespannten Rander derfelben. gittern baber und bringen einen Con bervor, ber fich mit bem Ione, welchen die mit großer Schnele ligfeit durch die enge Stimmripe getriebne Luft erzeugt, indem fie burch die in der Rafe und im Mande eingefchlofine Luft fabrt, vermifdt, und fo Die Stimme bildet.

Ja enger fich die Aander der Stimmrige zur fammenziehn und spannen, um defto ficher wird wer Con. Ja mehr ihre Spannung nachlicht, je weiter daßer die Deffnung wird, um defto elefen ift die Gainma, und fie hort julest gang auf

wenn diese Deffnung fich bis auf Ta vder To 368 ermeitert. Ran behauptet, baf eine gute Dens fcenftimme durch 100 verschiedne Zwischentone aus einem gangen Cone in ben nachft anliegenben übergebn fann. Benn man nun ermagt, bag ber Umfang ber menfoliden Stimme burd fo viele gange Tone geht, und daß jeber Con eine gewiffe und bestimmte Deffnung ber Stimmribe exfordert, fo muß man über Die Beinheit Des Berfzeuges Der Stimme und uber Die Schnelligfeit und außerfie Benauigfeit feiner Beranberungen erftaunen. Denn wenn wir auch nur 1200 Tone für ben gangen . Umfang ber Stimme rechnen, fo muß bennoch, um fle berborgubringen, Die Deffnung ber Stimmrige, die nie über I 3off betragen fann, in 1200, also ein ganzer Zoll in 12000 Theile getheist merben.

Laffen Sie uns jest auch noch bas Berfgene bes Gebors betrachten. Das außere Dur ragt muschelformig ober trichterformig an dem Ropfe berbor, und tragt unftreitig ju bem Gebore viel ben, ba leute, benen man bie Ohren abichneibet. anachber fomerer boren, als jubor, und ba man burd Borrobre, ober burd blederne, borne weite, trichterformige Werfzeuge Die fich binten in eine dunne und frumme Robre endigen, man Diefe in die Deffnung Des Ohrs ftedt, Sebor verftarfen fann. Sogar thut felbft die Boble Sand, wenn man fie vor die Deffnung bes Ohrs balt, abnliche Dienfte, ja es gfebt, wie man verfichert, Bolfer, welche die Ohren etwas bewegen, und fie aufrichten, baf fie weiter, wie gewohns lich, bom Ropfe abftebn, wenn fie etwas beutlich boren wollen; und Diefe follen ein vorzüglich icharfes Gebor baben. Indeffen fceint das außere Dbe

keinesweges, wie man gewöhnlich annimmt, durch, das Juruckwerfen der Tonftrahien zu wirfen. Denn se ist dazu wenig geschieft, besonders ben den Thies ren, wo es oft inwendig ganz mit weichen Daaren angefüllt ist. Bielmehr wird es, da es knorplicht und dunn ist, unsehlbar durch den Schall selbst erschüterert, und zwar um desto mehr, je flärker es gespannt ist; daher man anch ben den Herrberen nicht sowohl auf die Sichtte ihrer Obersläche, als vielmehr anf ihre Sroße und auf die Danne und Federkraft der Theile seben muß.

Die Deffnung des außern Obres führt burd eis nen engen frummen in ben Schlafefnochen gegrabnen Sang ju einer fleinen runden unregelmäßigen Soble im Innern des Knochens, welche man die Erommel (tympanum) nennt. Es ift aber ber Beborgang von der Trommel durch eine fart gespannte Sant unter einem Schiefen Wintel gang abgefondert, welche man bas Erommelfell nennt. In ber Trommel befinden fich vier febr garte ungemein fleine Rnochen : ber Sammer, ber Amboß, ber Stegreif und Die Linfe, welche lettre baju bient, ben Ambof mit bem Stegreife ju verbinden. Der gange Arm bes hammere ift mit bem Erommelfelle jusammenges machfen, und die übrigen fleinen Anochen bangen mit ben Manden ber Trommel jufammen. Det Dammer bat, fo wie ber Stegreif, gur Bewegung feine befondre Dufteln, und es erfolgt, wenn bas Trommelfell reift und Die fleinen Anochen aus ihrer Stelle getrieben werben, Anfangs ein fdmeres Ges bor und julest eine vollige Caubbeit.

Mus der Trommel lauft ein eigner enger Sang fort, Der fich in ber Soble des Mundes offnet, und die En fachische Robre genannt wird. Die Bers

foleimung und Berftopfung beffelben vernrfacht ein foweres Sebor, und Die Luft ber Erommel bet Durch fie, wenn fie offen ift, mit ber außern guft Semeinschaft. 3werichte Ausgange ans der Trom mel führen jum gabyrinthe ober bem innerften im fefteften Cheffe vier Gafifcinischens befindlichen Theile Des Geford." Die beton Deffatrition, wade babin führen; And das Tahry fraperunde und bas runde Feuftek. Das erfte Aft offen, und geht in ben Borbof bed Labptinibe, in weldiem fic die bren balbfreisfbemigeit Randle iffnen, Die im fefteften Ribichen glefthfum 'ansgegraben find. Das zwente Kenfter ift mit einer haut gefchloffen und fibfit an einen abnifchen fibnedeuformigen Ranal als den zwenten Eheil Des tabiftinthe, welchen man Die Schnocke nennt. Sie ift burthaus burch eine eigne Band (lamina spiralis) in imen boblungen getbeilt.

Der Sehörherve gest aus dem Gehiene durch den Schläsesnochen in das Indiere des Sehors, vers breitet sich dotf allenthalben in Bocht seine Meste und bildet besonders im Labyrinthe zurte weiche Häutchen und in der Schnecke besleidet er die Scheidewand. Auch hat er mit den Rerven der Junge eine vorzüglich genaue Berbindung. Es scheint, daß die in den halbfreissbrützen Kanalen liegenden häutigen Bogengänge der eigentliche Sit des Sehores. sind, obgleich man die jest noch nicht genau und zwerlässig weiß, wie die sämmtlichen beschriebenen Theile des Ohres eigentlich wirten, wenn wir hören.

## Sanf und fiebzigfter Brief.

Nachden bo mit Ifnen nunmehr alle befondre Theile der Raturiebee durchgegangen bin, fo laffen Sie und mit einer furjen Getrachtung der allgemeinen Eigenschaften der Rösper unfre phystalischen Unters fuchungen beschließen,

Ane Korpes And ausgebebut, ober fie boren ba wicht auf, wo fie anfangen. Diefe allgemeine Eigens Schaft ber Sbeper ift ber befonder Segenftand bet Jebes ansgebehnte: Wofete fonnen wir Beomettie. in Gebaufen obne Ende fort theifen. wir tonnen uns ben Unterfchieb zwifchen feinen Brengen sone Ende fort immer fleiner vorffellen, sber, welches einerlen ift, es laft fich zwifchen jeben gweven Bunften in ibm noch ein britter bene Aber bennoch folgt baraus, baf wir uns in einem Rorper Theile als verfchieden denten tonnen, keinesweges, das er wirflich verschiedne Theile bat, bag er aus Sheilen beftebt, Die als befondre Wefen in ber Ratur vorhanden find, und nur Defbald gufammen ein Sanges auszumachen fcois wen, weil fie einander angiebn. Sie muffen alfo Die geometrifde oder die eingebildete Theils barfett ber Rorper von ihrer wirflichen ober pby (if den Teilbarfeit um befto forgfaltiger unter fceiben, je baufiger man eine mit ber andern an verwechkein pflegt. Jene ift eine nothwendige Folge three Ausbehnung, diefe ift eine gang befondre von ber Ansbehnung unabhängige Cigenfcaft. geht obne Ende fott, weil wir uns jede Ausdehnung als im eines fortgebend, ale ein Rontinunm gebenfen.

Diese muß nothwendig itzendwo aufhören. Denn ist jeder Körper nichts weiter als ein Daufen einzels ner und besondrer Dinge, die bips durch ihre Zieht frafte zusammenhängen und ein Ganzes bilden, so mussen seiner hie werden, auch um besto weniger zusammengesett sepn, and man muß daber endlich nothwendig auf Dinge kommen, die gar nicht weiter zusammengesett, sondern ein fache Dinge sind, man man sie weit man sonst will.

: : : : Bon bicfan einfachen Dingen aber faben wir nicht ben geringlien Begriff- | Denn min thuncu: fie wegen ihrer umenblichen Rleinbeit auf Jone Ars empfinden, and Die wirfliche Theilbarteis der Com per, Die uns amgeben, überfeigt alle, nufte Bote ftellung. Erinnern Sie fich bemungegreiflichen Reim beit bes Lichtde, meldes eine Art ban Ausffuß der fictbaven Begenfande ift. Ainbre Ausfluffe - Sud great, viel grafer, aber bod imnen nod unglaublic fein, befonders, die der gegauischen Larper. riechende Gafte und Materien nan Pflonzen und Thieren erfallen oft die geft weil aun fic ber mit ibrem Gernchen obne bas man an ihnen ben geringe ften Abgang, bemertt. ... Ermas Leufelsbred verlor, nach ber Erfahrung . ungeachtet bed beftigen Go fants, welchen es um fic bereperbreitete, in 6 Lagen an der frepen luft nur & Bran von feinem Gemichte. Gelbft Menfchen und wilde Thiere werden juweilen von Sunden meilenweit aufgefpart, Beld eine ungeheure Denge unfichtbarer und unbegreiflich fele ner Ausfluffa muß alfo nicht in einem fo grafen Maume allenthalben perfirent fenn ! Daber burds Dringen bergleichen Ausfüffe auch Rleiber, Papies und viele andre Rogper febr leicht. Bie erftaunenb flein find nicht viele Thierchen in granischen Gafe

ten! Lenwenhauf fah beien innige durch feine Weit gröffrungsgiafar, die nur den tunfendsten Theit von der lange und Diete eines Camblorns hatten. Da nun die Radme ahullcher Körper fich wie die Wickstellierer Durchmeffer verhalten, so machte ein solches digelfdemiges Thirrchen und den tamfendmilliausten Theil eines unnden Sandfortis auch Und demmed war es organiset, es hatte seine Glieder, seine Eines und Kanale, in welchen sich verschiedne Caste abonderen und bewegten.

Ben ben Anflefungen organifcher Materien, 1. B. Des Phasphone in Deble, und bes Rarmine in Baffer, wie and bei ben Unfibsungen der Metalle, zeigt fich : Die große Theilbarfeit Der Rore per ebenfalls auf eine voringlithe Aufs Ein Bran Rupfer, in Salmiafgeift aufgeibft, farbt, fo wie ein Gran Kaumin, an 13 po Rubitzolle: Waffer und febt merflic. Cin nod auffallenberes Benfpiel siebt' und bie erftaunenbe Dennbaufeit bes Bolbesi Ben ber Berfeutinung ber Goldtreffen wird eine Sange Giber bon 45 Marf oft nur mit einet Unge Gold übergegen. Diefe giebt man nach und nach burch immer fleinere tocher, und erhalt bas burch ben allerfeinften Draft, ber aber bennoch allenthalben vergeibet ift, und bas Gilber nirgenb madt jeigt. Diefer Goldfaben wird bernach nach attifchen zwet mitten Stabimalten abgeplattet; und Daburch um & verlangert. Reammur fent, nach feis ner Erfahrung, Die Länge Des abgeplatteten gabens auf etwa 1330000 Pariser Zuf. Da nun ein 30% in 600, also ein Kuff in 7200 noch fictbart gleiche Theilden geriegt werden tonn, fo laffen fic auf jeber Geite jenes gabens an 0576 Diffionen Theile mit bom, bloffen Auge unterfebeiben hat aber ben piatte gaben gwey buette Geiten.

Holle derselben ift mit einem Blatte Gold bededt, bessen: ansere Stäche von den innern, die das Sile ber bezührt, verschleden is. Man muß also jene Bahl der sichtaren Theile vier Wale nehmen, wenn man alle sichtbare Goldsbeilchen ungefähr berechnen will. So sieht man, daß eine einzige Unze Gold verügstens 38000 Millignen solcher Theilchen and Balt.

Alle diese Theilden find noch immer Sold, und fo bleiben auch die Theile, weiche man burch gen peifen, Berfdneiben, Berftofen, Schaben, Sabren, Reilen, Rafpeln, hobalu, Abtripfeln, Zerfprigen und anbre medanische Mittel von gleichartigen Roes pern erbalt, immer ben Abrpern fethft abulic. Et find Bekandtheile berfelben (parties inte grantes). Sie find aus gewissen Grundtheis ten jufammengefest, Die ben Rarpen felbft gang unafnlich find. Go beftest Binnober aus Quedfils ber und Schwefel; bad Baffer aus Gaureftoff und Brennftoff u. f. m. Die Coundtbeile der Rorper Bangen unter fich, indem fie die Befandtheile ber Rorper bilben, viel ferfer jufammen, als die Bes fandtheile felbft nater einander in ben Rorpern verbunden find. Denn wenn man gleich einen Roper noch fo gewaltfam behandelt, um ihn mechas tifc ju jettheilen , fo erhalt man bennoch mis andre Theile von ibm ale Boftanbebelle, und Die Brundtheile bleiben immer miter fich vereinigt. Sehr oft laffen fich die Stundtheife in andre Bunndtheile gerlegen. : Go find bie Grundtheile Des Meerwaffers , fages Baffer und Radenfals. Das eine aber if wie bas andre, but mieber feine Grundtheile.

Die Grundtheile oder Grundfleffe ber Roper laffen fich nicht von einander trenner ale durch

die Biebfrafte andret: Stoffe, sber durch bie dunis fen Bermandtichaften. Durch biefe Erennung wern ben die Beftendtheile ber Rorper gerlegt, und verandern ihre gange Ratur. Golde Grundfioffen bie fich auch auf biefe Met nicht weiter in andra Grundflaffe gerlegen laffen, beifen einfache Grunds ftoffe ober Elemente. Die Alten nahmen vier Elemente an: die Erde, Das Maffer, Die Luft und bas Rener, allein Diese Meinung ift gang obne Cher fann man ben Roblenftoff, ben Stidftoff, ben Gaureftoff und Bafferftoff ale Eles mente anfebn. : Inbeffen find Die Elemiente von ben erften einfachen Sheilen ber Abrper febr vere foieden. Denn fie find felbft noch immer aus Beperlichen Theilchen gulammengefest, Die unten fich jufammenhangen, und nicht weniger als eine fach find, weil fie fic burch ihre befondre Eigens Maften von ben Ebelichen andrer Elemente unters fceiben. Uebrigens find Die Begeffe von Beftande teilen und Brundteilen bloß relatibe Begriffe. Ein Tropfen Quedfilben 1: B. ift ein Beftanbe theil einer Doffe Quedfliber; wird aber biefe Daffe mit Schwefel ju Binnober vereinigt, fo ift jener Eropfen ein Grundtheil bes Binnobers.

Die Körper scheinen uns gobstentheils zwischen ihren Grenzen gang voll zu seon puwir fiellen uns ihre Ausbehnung als in eines fortgehend, als ein Kontinuum vor, und dennoch haben sie alle umährlig viele ierre Zwischenraume, welche man auch Poren (pori) neunt, obgleich eigentlich nur die Schweisischer unfrer haut, die man zum Theil schweisischer gegeberungsgläfer sehen kann, diesen Namen suhr ven. Man siehe diese Zwischenkume am deutliche sten in organischen Körpern, wo sie einen ungemein

gentlichaffgen Ban baben, pargaulich in febr bannen Scheibden, bie nicht burch Querichnitte aus Rorf ober leichten Solgaeten und Baumaften macht, und unter bas Mifroffop beingt. Die Theile ber thir Michen Rorper haben gewähnlich nicht fo weite und Baufige 3wifchenraume, als Die Ebeile Der Pflangen. Indeffen find Bergleichen Raume überbanpt in allen Rorpern in großer Denge vorhamben, und deber find einige bon ihnen bichter, andre loder, oder einige enthalten in bem Umfange, ben fie einjus nehmen icheinen, mehrere forwertiche Theile als Da die Summe Diefer Theile Die Raft ber Rorper beift, fo fann man fagen, baf fic Die Dichtigfeiten zweper Rorper von gleichen Ums fange wie ihre Daffen verbalten. Frenlich fem man die Menge ber Theilchen nicht gabien, and welchen Die Daffe eines Rorpers befiebt, aber man fann doch ihr Berbaltnif burd bas Bertaltnif des Sewiches bestimmen. Blegt ein Korper j. B. bren Ral mebr als ein andrer, fo bat er aud bren Dal fo biele Raffe als biofer; wiegen beibt Rorper gleich viel, fo haben fle auch gleiche Daffen. Bft nun in dem lettern Salle Der eine brep Wel fo groß als der andre, fo ift ber fleinere brep Wal fo bicht als ber gebfere, weil bren bem fich mern gleiche Körper jusammen einen eben fo großen Umfang, und in diefem Umfange drev Rai mehrert Maffe haben murben als ber griffere Abrper. einem Borte: Die Dichtigfeit eines jeben Repert verhalt fich allemal, gerade wie feine Raffe, und umgefehrt wie fein Umfang, ober wie die 3abl welche heraustommt, wenn man fein Gewicht mit feinem Umfange theilt.

Ein Rorper alfo, der gar feine Imifchenraunt hatte, ware ein volltommen Dichter Rbeper.

Mer einen folden giebt es gar nicht in ber Ratur, wenigstens baben alle Rorper, die wir femmen, febr viele und febr grofe feere 3miffenraume. Denn Das licht geht nach allen Richtungen burch fie, wenn fie durchfichtig find; Die fluchtigen Musfinfe bringen butch viele, Die gang woll ju fenn fcheis nen, wie unter andern Die fpmparbetifden Dinten beweifen; und foger Die bichteffen werden in ges wiffen Gafton aufgeloft. Selbft Die Platina wird vom Konigswaffer gerfreffen und muß halfo leere Zwischenraume baben, in welche Diese Gaure eine bringt, well fie eingesogen wird. .. Done ein fole des Gindringen ift überhaupt feine Umfibfung moge lich. Laffen Sie und aber inbeffen annehmen, Die Platina fer vollfommen bichte fo mußte bennoch. in 21 Aubifgollen: Baffer unr 4. Rubifgoll Materie, und das übrige alles-leer fenne meit die Platina über 21 Male eigenebumlich fowerer und bichter ift als das Baffer. Rebmen Sie nun Luft, die 800 Mal lodrer ift als das Baffer, fo würden 17850 Kubitjolle Diefer Luft nur einen Subifgoll Materie enthalten, und die übrigen 17849 Rubifgolle maren bloge 3wifchenraume. Gie feben alfo, daß die meiften Rorper, ungeachtet fie uns gang boll und bicht. gu fenn icheinen, and unglaublich weniger Materie Und wer fann uns fagen, wie weit bies. fer Mangel an Materie geht, und mit wie wenis gem Aufwande die Ratur alle biefe Erfcheinungen hervorgebracht hat, die wir für burchaus wirklich halten ? Wer weiß, wie locker felbft Die Platina ift. Die wir als volltommen bicht angenommen haben ? Benigftens bat fie gewiß ebenfalls betrachtliche leere 3wifdenraume, und es enthalt baber auch Baffer und Luft, jenes vielmehr als 20, und diese viel mehr als 17849 Theile, gegen einen, an leeren Raumen.

Barum übrigens Die Theilden ber Rorper, be fie einander angiebn, nicht dichter gufammengebn; wie fie überhaupt gufammenbangen tonnen, ba fie größtentheils fo weit von einander abfichn; von Diefen und viefen andern Dingen mbffen wir eigente lid nichts, ba und bie Erfahrung bieraber ger nichts lehrt, ba wir nur bas aufre Kleib ber Dinge febu, in ihr Innres aber nicht eindringen tonnen, und ba wir nicht einmal miffen, mas eigentlich Bewegung ift. Die Buracffofungefrafte ber einfachen Theilden find eine blofe Erdichtung, Die man jur Dulfe nimmt, weil man fie braucht; bochfens tann man fie als eine in gewiffen Alfich ten nicht unmabricheinliche Muthmagung anfebn. Ihr Dafenn laft fich mit nichts erweifen, nub ibre Ratur fdeint noch unbegrefflicher ju fept, als die Sache, welche man buoch fie erfleren will.

Daß und aber alle Rorper, ben diefem unglanbi licen Mangel an Materie, bennoch als gang voll erscheinen, bavon ift unfehlbar biof die gang unbei greifliche Reinheit ibrer Theilden die mabre tirfade. Ein Des bat unftreitig ungleich mehrere Zwischen raume als Materie, und dennoch icheint es unis wenn wir es viele Male um eine Stange wideln aftenthalben gang boll ju fepu, weil es alsdann fdichtweise auf einander liegt, und die loder ber obern Schichten von ben Raben ber untern ausges fallet werden. Aus einer abnlichen Urface ficht uns das lank eines Baumes, wenn es dicht if in einiger Entfernung als eine jufammenhatgende Maffe aus, ungeachtet die Slatter weit von ein ander entfernt find. Eben fo bat and die Dbett flace eines jeden Rorpers unendlich viele unendlich baune über einander liegende Schichten; und unfer Auge trifft allenthalben, wahin es fiebt, Thetiden an.

3mar gehören diese zu sehr verschiednen Schichten; allein da wir sie auf feine Art von einander antere scheichen bie, schen wir alle Theilchen, die wir sehn, in einerled Entsernung vom Augez und der Körper scheint und daßen gapt voll zu sepn.

r green e.g. e.e. r green

10 3100

## Seds und fiebzigfter Brief.

Alle Rorper und Materion hangen in ihren Theilens zusammen. Ein Daufen Korn z. B. macht teiner bosondre Materio: aus p weiß die einzelnen Körner nicht zusammenhängen. Er besteht and einer Mengefester Körper, aben man tann ihn selbst nicht als einen besondern Körpen aufahn. Bloß durch den Jusammenhang machen die verschiednen Theile eines Körpers ein Ganzes aus pund daher mussen alle Körpers und Materien nothwendig in ihren Theilen zusammenhängen. Daß sie aber mit einer gewissen geft sehr großen Kraft zusammenhängen sieht man daher, weil allemal eine gewisse Kraft dazu gehört, wenn man sie zerbrechen oder ihre Theile trensnen will.

Je karter ein Körper in seinen Theilen zusams menhängt, um besto fester ift er. Die flussis gen Materien haben ben schwächsten Insammens hang. Wenn man sie fortwirft, so zertheilen sie sich in Tropfen; ein se ker Körper hingegen kann sontgeworsen und oft sehr ftart gestoßen werden, ohne sich zu zertheilen. Uebrigens hängt die härte der Körper gar nicht von ihrer Tessisseit ab, obs gleich man oft die eine mit der andern zu verwechs

Rin pflegt. Ein Rorper ift weich, ber fich leicht gufammendrucken lagt, es fen nun, daß man ihr mit einer geringen Reaft merflich verdichten fann, sber baf feine Theife bem Drucke leicht answeichen. Die Dante abst ift ber Weiche entgegengefett, und wird folchen Materien bengelegt, Die jebem Drude febr fart widerfebn , indem fie fic nut ungemein fower ober gar nicht verdichten laffen, und ihre Theilden auch bem Drucke nicht ausweit Co ift das rings umber eingeschlofine Baffer febr bavt, meil es fich nicht verdichten läft, unb nicht ausweichen fann. Offnes Baffer bingegen if fo wie naffer leim, febr weich, weit beibe jeben Drude ausweichen. Der Bufammenbang abernber Baffertheilchen bleibt einerlen, fie mogen einger Abloffen fenn ober nicht.

Man fann alle Rorper mit einer gewiffen Ruft jerreiffen ober jerbrechen; allein man warbe fift irren , wenn man , fo wie Muffbenbroef , Die gun Berreifen erforderliche Rraft ber abfoluten Aruft Des Bufammenbanges ber Rerper gleich foigen Denn alle Ropper, vorzuglich aber bie Metalle, find behnbar, und man muß fie vorber ausdehnen , ehe man fle gerreiffen fann. Eine metaline Saite van 3 füß gange verlängerte fich, als man 2 Pfunde an fie bing, um 9 limien; burch 4 Pfunde überhaupt um 17: burch 8 Pfunde um 23; burch 16 Bfunde um 27 Linien. verlangerte fich alfo, wenn man bie Gewichte immer. gleich fart vermehrte, nach und nach immer wents ger und meniger; und auf eine anniche Mrt ber' halten fich alle Rorper, wenn man fie mit gewiffen Rraften rect ober giebt. Endlich bart alle weitre Berlängerung auf, und Die Rorper gerreifen. gange Rraft alfo, mit welchen men fie auf Diefe

Met getreift, wird nicht blog jur Uebermindung ibres abfoluten gufammenbanges, fonbern. größtentbeile zur leberwindung ibrer Rederfraft und ju ihrer Ausbehmung angewendet. Daber ift fie: auch allemal größer als die Kraft bes Aufammens banges ber Korper. 3ft ein Korper volltommen elaftifc, fo giebt er fich, nachdem man ihn ause gebebnt bat, wieber vollig jufemmen, ba bingegen' ein unvolltemmen elastifder, auch nachdem er nicht mehr gezogen wird, långer bleibt, als er vor bem Bieben war. Weinn alfo gleich zwen verschiebne Abrper gleiche Arafte bes Zufammanbanges, aber ungleiche Cinftigitaten baben, und fe find bereits simmal fart ausgebehnt morben, fo wied bennach ber vollfommen elaftifche bernach ein größres Bewicht aushalten, ebe er reift, als ber unvellenmen elafte fche, weil biefer ber Ausbehnung nicht mehr fo-Rart widerfteben tann ale jener. Und eben fo werben überhaupt zwen Kerper von gleichem 3nd fammenbange ber ungleichen Gewichten gerreiffen, wenn ber eine burch irgend eine Urfache bereits: farter ausgebehnt und gespanne if als der andre.

Seibst ben Körpern von einerlen Materie fichtman offenbar, daß die zum Zerreißen notdigen
Kräfte sich gar nicht nach den Kräften des Zusamsmenhanges richten. Diese verhalten sich ben wals
zensbrmigen Körpern von gleicher und gleichartiger.
Materie allemal, wie die Quadrate der Dicken. Denn
wenn man sich in zwepen solchen Körpern, sents
recht auf ihre Leen, Durchschnitte vorstellt, so
verhält sich; da alle Puntte mit gleichen Kräften
zusammenhängen, der Zusammenhang nach der Länge,
in jedem Durchschnitte, wie wie Menge seiner Puntte,
das ist: wie der Durchschnitt selbst, oder wie das
Quadrat seines Durchmessers. Also sollten, wenn

man folde Abrew lothrecht aufbangt, und bernad burd an fic befeftigte Gewichte gerreifit, Die jum Zerreiffen nothigen Gewichte in bemfelben Berbalte niffe fenn, ba bergleichen Rorper allemal, wenn fie font nur micht foon befdedigt und burchans gleichartig find, in den fleinften moglichen Durchs fanitten, bas ift: in folden, Die auf ihre Aren fenfrecht find, ju jerreißen pflegen. Allein Die Erfahrung lebet, bag biefes Berbaltnig faft nie Statt findet, und bag bergleichen Rorver, nach Berbaltnif, um befto cher reifen, je bicfer fie find, blof weil die bideen oft fcon von Ratur farter gespannt und nicht so behnbar find als banne und abnilche waigenformige Rorper. \*) Go rif, nach ben Berfuchen bes Buffon, ein Gifendrabe bon einer Quadratlinie im Durchfcmitte, ben 400: und ein Stab von Eifen, von 700 Quebratlinien im Durchschnitte, schon ben etwa 28000 Pfunden, da er doch mehr als 12 Mal fo viel batte tragen muffen, wenn die jum Berreifen nothigen Rrafte fich wie die Krafte bes Zusämmenhanges verhielten. Denn bie lettern find, wie ich gezeigt babe, im Bers baleniffe Der auf Die Aren fentrechten Durchfonitte, fo mobl ben malgenformigen, als and ben prismas tifden Rhrvern, indem ben diefer Sade nichts auf. Die Seffalt ber Durchfdnitte, fondern alles bloß auf die Menge ibrer Theilden ober Bunfte antommt, und diefe, ben gleichartigen und gleich bichten Rots pern, immer im Berbaltniffe ber Durchfcmitte felbft And. Ein andrer eiserner Stab, von etwa 350 Quadratimien im Durchichnitte, trug 17300 Pfunde, che er riff, und aifs viel mehr als die Salfte von 28000 Pfunden, weil er nicht fo fart gespannt

<sup>\*)</sup> Man febe ben neun und fechtigften Brief.

sudern dehnbaver war, als der nach einmel so dicke Stab. Indessen hielt er denusch saft jehn Mas weniger aus als er, nach Berhättuts des Drahts von einer kinie im Durchschnitte, hätte aushaltet sollen. Ein deister eiserner Stab, von 560 Onac dratsinien im Durchschnitte, rif den 24600 Pfunden, und hielt also nach Berhältniss weniger aus als der zwepte Stab von 350 Linien, und mehr als der erste von 700 Linien.

: Ben ben Stricfen und Sondren fommt ebenfalls febr viel auf die Spannnng an. Gie zerreifen, moch Berbaltuis ibret Dicte, um befto eber, je fefter fe gedreht find, well ihre Raben durch Die Drebung gefpannt werben. .. Daber tommt es, daß ein diche Strict aber Sau, ude Berbatenis oft mehr tragt ale ein dumer. Denn man pflegt bie bunnen Strange rudmarts jufammengubriben, wenn man fit ju biden Stricken vereinigt. .. Dadurch aber wird Die Spannung ihrer gaben verminbert und ihre Debnbarteit wermebet. Go wird auch bas Tud burch Das Baffen fefter. Denn die gaben beffelben faugen ben bem Batten Reuchtigfeit ein, werben fårges und dreben fic ructwärts. Und da fie in Giefem Buftande jufammengewalft werden, fo:Beiben fie aud nachber fa bertuett und entspannt.

Sie feben alfer and ben Erfahrungen, welche ich angeführt habe, daß alle Betechnungen über die Geftigkeit geofet Abeper, die man auf Brefuche mit Keinen Stücken von derfelben Materie grandet, gung unficher und falsch find. Ran tann nie aus dem Gewichte, bep welchem ein Geob von einer gewissen Diete zerreift, mit einiger Zuverlässigleit die Kraft bestimmen, welche zur Zeweisung eines andern Ampets von derselben Materie, aber von ganz andrer Stätelt und Diete notbig ift, sondern man muß ihre

Stoffe berech numbetetiate Berfunde erforschien. Die wiefen aber im Jerreifen verschiedner Materien im Aleinen gemachten Berfuche find alfa mehr, als physischifes Spielwerfe angufehn, als das fle in der Andustung den geringsten Ruben haben sollen. Solle flemt ihnnen sie der prismatischen oder walzenformis gen Körpern von gleicher Diete dasn dienen, die Bostigkeit oder Starfe perschiedner Materien unter einander einigermaßen zu vergleichen.

... Ben bem Berbrachen, welchem Die Karner, wie man fic autubracten pflegt, mit ber velatiben Braft ibres Bufammenhanges wiberfichn, tommt ebenfalls enf bie Spannung berfelben unger mein viel an. Riever, Die von Ratur febr fact gefpanut find, jerbrechen mehrentheils feicht, mid And forbbe, wenn gleich fle übrigens febr feft find. Und da bit. Spanning bunner Korpet oft mit ber Dicke gunimmt, fo barf man fich nicht wandern, bak, felbft bie fprobeften Materien febe biegfam werben, wenn man fie in banbe faben Diefts zeigen Die Stabifaiten und Die feb men Raben, welche man and fcmelgenbem Glaft fpinut, und ju Peraclen und geberbafchen braucht. ... Cpebbe : Rhuper gerbrechen, ohne ifth mentich ju beugen, aber falche, die :nicht; furbde find, banden fich vorber. Dief thun auch biberne Stabe sind Ballen, mub durch bas Bengent werben ibre-Raben finder :nefpannt. Daber tommt auch bes dem Berbrachen, bes Dolges febr viel, auf feine Claffe gitat an. Da nun bas Dole, wie viele ander Rorper, Die Gigenfcaft : Bat, Daß feine Giaftigitat Durch eine lange anbaltende Bengung nach und nach immer mehr gefdmächt wird, fo läßt fic Daraus leicht begreifen, warum ein Balfen, ber ridmal unter einer großen laft, gefußment; worden

the nachter wenn ibm die last gitch abgenommen wird, und er, wieder genade geworben jugfenn fcheint, bennoch viel gerbrechlicher und fchmacher iff als er boxben war, ungendet ber Bufommene hong feiner Theile immer berfelhe bleibt. Er maphe unter jener Laft gulest genbrochen fenn, wenn man fe lange genng auf ibm gelaffen batte. man fie ibm aber ab, und beschweret men ibn nach einiger Beit aufd neue, fo bricht er aft unter einen geringern laft, ale er bouher trug, wenn man fie ihm nicht zeitig; gempg abnimmt, Boffen fand, baf ein Gewicht ; bas um ein Drittfell fleiner mar, als basjenige, mit welchem.man einen Balten beschniegen mußte, manne en in einer fure den, Beit , 1. B. ing einer Stunde brechen follte, hluveichter wenn es einige Monete noch einander auf ihm "liegen blieb, ibn :: ju jerbrechen, Rach Diefen Berfuchen fann man einem Balten hochfens mur die Salfte ber Laft gu trogen geben, welche abn in turger Beit, jenbrechen murbe, wenn man haben will, bag er feine laft Jahre lang, tracen foll, obue befchabigt tu werden.

um uns aber von dem Zerheichen der Galfen dentliche Begriffe zu machen, wollen wir Anfangs auf ihre Biegkamfeit gar nicht seinen Gesellen Gie fich einen weraden, durchaus gleich idistem gant unbitigsamen und fleisen Stad AB vor (Fig. 1207), der in seinem Mittelpunfte C unterftügt ist, und hier auf einmal, ohne And pouder ist klummen, briebt, wenn man in A und B, hie gleichen Gewichte P und Pianhaugt. Wäre und CD = CE und möchte sich P:p wie CB: CD, ober wie CA: CE verhalten, so ist es unstreitig, daß die gleichen Gewichte P, P, wenn man sie in D und E gobinge, und die Gewichte P, P, went

A und B wegnichme, eben basselbe chun, und den Stab, den ich mit indessen ohne Schwere vor kelle, eben so gut in C zerbrocken mussen, als pund p ihn zerbrechen, wenn sie in A und B hangen. Run ist es aber eben so viel, wenn P und P in D und E hangen, als wenn dieser Stad ohne Schwere nur die Länge DE hatte. Da sich mun diese zu der Länge AB, wie GD: CB oder wie CE: CA verhält, so solgt, daß ben gleich blieben und gleich breiten Staden dieser Art die bröchenden Sewichte sich umgekehrt wie die Längen der Stäbe verhalten mussen, an deren Endpunkten sie hängen.

Ift der Stal fcwer, ja verhält er fich als wenn fein ganges Gewicht in ben Mittelvuns ten bet Schwere feiner beiben Mrme GA, CB, ober CE, CD wertinigt mare. Rua sege ich Stabe voraus, Die gang gleichartig und überall gleich beeit und bief find. Alfo liegen Die Schwen punfte in beiden Sviten allemal mieten zwifden Den Endonnften und Dem Mittelounfte C. muß man fic alfo ju beiten Geiten bie gleichen Bewichte & Q'ober & q vorftellen, wenn Q bie Schwere bes langern Stabes AB, und q Die bes Theineen ED ift! Wie Die Stelle biefer Bemichte aber Toun' man duch in die beiben Endpunfte, ben bem fangern Stale & Q, und ben bem targern & q Reben. Es wird alfo eben fo viel fenn, als wenn Beibe Stabe Geite Schwere Batten, Der langre aber an feinen Endpuntten zwen gleiche Gewichtep + 1Q, with ber fargre gwen andre P + 4 q trage, und ben Diefen Gewichten brathe.

Der Mittelpunkt. C wird in diesem Halle mit einer Kraft 2 p +  $\frac{1}{2}$  Q ober 2 P +  $\frac{1}{2}$ q gezogen. Wenn man also die Stabe (Fig. 208) in ihren

beiben Endgunften A und B unterfidt, und fie ber Mitte in C, an ben langern Stab bas Bei wicht 2 p + & Q, an ben fargern aber 2 P + A q bangt, fo muffen beibe brechen, und bie Ges wichte ap + &Q und a P + &q muffen fic umgefehrt, wie bie gangen ber Stabe, verhalten, weil diefe fo anjuseben find, als wenn fie gar nicht fower, fondern ibre Gewichte in ibren Boweryunften vereinigt maren.

## Sieben und fiebzigfter Brief.

Buffon bat über das Jerbrocken der Körper eine Reibe son' Berfuchen angefelt, . Die um' befto fcabarer find, ba fie till Große gebnuted obne anfebnliche Roften nicht genfacht werben tonnen. 'Er bat viele eichne Ballen, die in Anfehang Ber Refligfeit des Sole ges einander fo abulith, als moglich, waren, jurichs ten, fie an ihren Enben burd farte Gerufte magrecht unterftagen, und alsbann in ber Ditte mit anger Bangten Gewichten fo lange befomeren laffen, bis fle brachen. Um aber Die Baffen mit ben Staben, bon benen ich in meinem letten Schreiben gerebet Sabe, vergleichen ju tonnen, muffen Sie nicht vere geffen, baf bie erftern fich beugen und ihre Raben durch die Bengung gespannt werden, ebe fie brechen. Da nun das Berhaltnif ber brechenden Gewichte 2P + IQ und 2P + I q fic auf Die Eigenschafe ten des Debels grundet, fo muffen wir annehmen,

bağ die Seitentheile Siegfamer Balten durch diefe Bewichte, in gleicher Beit, um gleiche Winfel unter Die Dorigantallinie gezogen werden. Indom aber Diefes gefdiebt, muß ber mittlere Theil eines Baltens Ed unt Dafte tiefer unter Die horizontallinie fenten. je lauger er jft. Er muß alfo auch um defto mehr auch gebehnt und gefpannt werben, folglich um beffe leiche ter brechen.: Daber fommt es, daß langere Balten. vermåge der Erfahrung, nach Berhaltnif eber breden, als furjere, indem überhaupt bie gaben fars gerer und langrer, bannerer und bidrer Balfen son einerlen holze von Ratur gleich fart gespannt zu fenn Balfen 1. B. die 6 Bolle breit und boch und ,7 Ruf lang maren, brachen, ben Buffont Bers fuchen, unter einer laft von 18950 Pfunden ins Mittel. 36r balbes Gewicht betrug 64, und daber war das gange brechende Gewicht von 18950 + 64 oder 19014 Pfunden. Gin gang abnlicher Balten pon 6 Johan ins Quadrat und 14 Auf Lange hatte mur burd bie Salfte jenes Gewichts, alfo burd 0507 Bfunde brechen follen. Er brach aber ichen ben 7602 Pfunden. Denn er brach ins Mittel durch ding angebaufte laft von 7475 Pfunden; und fein Salbes Gewicht betrug 127 Pfunde. Eben fo betrug. ben abnliden-Balfen von 7 Bollen Dicke und Breite, Die gange Rraft ber Brechung, wenn fie 8 guß lang waren, 26151, und auf 16 Auf Lange, 11101 Bfunde, da fie boch im lestern gafte batte 13075 Pfunde betragen follon, wenn fie fich, umgefehrt wie die lange, berhalten batte. Und fo jeigen alle Ers fahrungen Buffone, daß lange eichne Balten merflich weniger aushalten, als fie, nach Berbaltwif ihner lange, und berjenigen laft, melde abnite und gleich ftarte, aber furgere Balten tragen tonnen, aude balten follten.

Sie feben hievaus, wie febr Balfen dadurch vers fartt werden, daß man fie unterftüst. Ein in seiner Mitte unterftüster Balfe ift viel mehr, als noch ein Mal so ftart, als ohne Stage, weil er fich, wenn er in der Mitte unterftüst wird, eben so verhält, als wenn er nur halb so lang ware, als er wirklich ift.

::

Wenn Setreide, oder eine andre Laft, über ein tem Balten, seiner ganzen länge nach, gleichstemig dertheilt wird, so deuckt sie ihn eben so, als wenn der Balten um so viel schwerer geworden wäre, als jene last wiegt, oder als wenn ihre Hälfte in der Ritte des Baltens vereinigt wäre. Diese gleichstemig vertheilte Last kann also, wenn der Balten, ohne geschwächt zu werden, oder zuletzt zu brechen, sie Jahre lang tragen soll, höchstens nur so groß sepn, als das Gewicht, den welchem er, wenn man es in seiner Ritte auflegt; deicht. Es kann aber, wie Sie leicht begreifen, ein langer und schwerer Balten, der nicht unterstügt ift, auch oft durch sein eignes Sewicht zerbrechen.

- Benn Baffen einander übrigens ballig gleich, aber von verfchiednet Breite find, fo verhalten fic Die Gewichte, ben welchen fie gerbrechen, wenn man fe auf ihre Mitte legt, wie ibre Denn wenn ein Balten bes bem Gewiche ten. te p gerbricht, fo muffen, wenn man einen villig gleichen und auch gleich breiten Balfen ner ben ihn legt, beide gerbrechen, fobald man bas Sewicht ap um beider Mitte folingt; und uber haupt muffen mehrere gleiche Balten, an ber Babl n. Die dicht neben einander liegen, durch ein Sewicht n p gerbrechen, welches fic ju bem gur Berbrechung eines einzigen Balten nothigen Gewichte p-wie bie

Babl der Balten n ju Eins verhält. Es tommt bien ben gar nichts darauf an, ob diese Balten an den Seiten zusammengewachsen oder getrennt sind, da die Fäden dickrer und dunnerer, längerer und türi zerer Balten, wie ich sichon bemerkt habe, von Ratur gleich stark gespannt sind. Daraus solgt, wenn von zwepen übrigens ganz gleichen Balten sich die Breiten wie z en verhalten, daß auch die Sewichte, ber welchen sie brechen, in demselben Werhältnisse son muffen; und dieser Schluß kimmt mit Buffons En sahrungen vällig überein.

Daben aber zwen übrigens gang gleiche Balten AF und MR (Sig. 109 und 110), verschiedne Doben ober Dicken CB, ON, fo muffen Sie et magen, daß ben einem jeden Baifen, menn er fic in der Mitte herunterbeugt, Die obern Theile jufami mangebrackt und die untern jugleich auf einandet gejogen werden, und imar um befto mehr, je bibet der Balten ift. Wenn also die Vunkte B und N fic gleich tief unter ihre horizontallinien fenfen, fo fint die gaden des dickern MR überhaupt weniger get fpannt, ale die des dunnern A.F. und zwar im Ber baltniffe von CB:ON. Sie widerftebn alfe auch in demfelben Berhaltniffe bem Berbrechen ftarter; und da überdieses ihre Totalfrafte von ihrer Menge abs bangen, alfa wenn die Balton in CB und ON bra chen, blaf aus diefer Urface fic wie CB:ON bett halten, fo muffen überhaupt beibe Balten in dem Berhaltniffe von OB : ON 2 ber Zerbrechung wie derftehn, und in bemfelben Berbaltniffe muffen bei ber auch die gerbrechenden Gewichte fepn. fimmet wieder mit ben Berfuchen fo genau, als man es nur verlangen fann, überein. Denn Baffon fand, bag ben abnliden Ballen, Die gleich lange

und so hoch als breit waren, die Sewichte, unter welchen fie brechen, fich immer sehr nabe, wie die Würfel ihrer Breiten oder Hohen, also wie die Pros butte aus der Breite in das Quadrat ihrer Sohe, verhalten.

, Dan baut die Balten aus ben holgfammen ims mer rechtminflicht ju, nub fann ihren Grundflachen entweder die Geffalt eines Quadrats ober eines ieden andern Rechtecks geben. Ift 1. B. (Fig. 47) ADBHA Der auf feine Are fenfrechte Durchschuitt eines bolge Rammes, ben ich als freisformig aunehme, fo fone nen AD und DB; AE und EB, und ungablig viele andre Linien die Seiten der Grundflache eines aus Diefem Stamme gebauenen Baltens feon, jede gwen, and A und B gezogne gerade linie, an bem Umfreise ADEB unter rechten Winfeln gufams menlaufen. Ift nun der Wintel ABE oder ABD = m, so wird AE (oder AD) = AB. sin. m. und BE (oder BD) = AB. cos. m. Ift ferner AE oder AD die Sibe, und BE ober BD die Breite bes ausgebauenen Balfens, fo verbalt fic bie Starfe beffelben wie ich gezeigt babe, wie BE. AE . oder wie BD . AD', alfo aberhaupt, wie AB's cos. m . (sin. n1) 2. Sie ift alfo am allergrößten, wenn sin. m =  $V_{\frac{3}{4}}$  und cos. m =  $V_{\frac{3}{4}}$ , also sin. m: cos. m oder AE : BE = V2: 1 ift \*). Da diefes Berbalenis von dem Berbaltniffe 3 : 2 nur wenig berfchieben ift, fo folgt, bag man jeden Balten fo zubanen muß, damit feine Bobe zur Breite Ach wie 3: 2 verhält. Liegt er alsbann auf ber schmalen Seite, und bat die Breite eine lothrechte Lage, fo trägt er, nach Berbaltnif feiner gange, fo

<sup>\*)</sup> Man febe ben feche und fechaigften Brief. z Anmert.

viel, als nur ein aus bemfelben holgkamme gezims merter Balfen tragen fann. Die Alten wußten dies fes ichon durch die Erfahrung, und darum gaben fie den Balfen immer diese Form, wie die Eriglys phen der Dorifchen Ordnung beweisen.

Es ift noch eine febr mertwarbige allgemeine Gis genichaft ber Rorper übrig, von welcher ich Ihnen etwas fagen muß, ich meine ibre Undurch bringe Diefe ift ben Rbrpern fo mefentlich, baff lichfeit. wir mehrentheils bloß durch fie das Birfliche von bem Eingebildeten unterfceiben und und von bem Dafenn der Rorper alebann gewiß aberzeugt bals ten, wenn wir fublen, daß fie undurchbringlich Benn wir im Finftern tappen, und mit find. ber Sand an einen Ort fommen, in welchen wir nicht eindringen tonnen, fo foliegen wir, baß in biefem Orte ein Rorper ift. Aber nicht blog bies jenigen groben Rorper, beren Undurchdeinglichfeit wir gleichfam fablen, fondern felbft die feinften und unmerflichften Materien, find undurchdringlic. Diefe Eigenschaft bat ihren Grund barin, bal febes forperliche Theilchen nur in fo fern Birfs lichfeit und Dafenn bat, als es ein Theil des Universums ift. Denn daber fommt es, daß wir und ein foldes Theilchen, fo bald wie es uns als wirflich vorbanden gedenfen, in einem ges wiffen Orte, das ift: als einen gewiffen Theil bes Universums, gedenten muffen. Jebe gwen vers fciedne Theilchen haben alfo auch berfchiedne Ders ter, und ed ift miberfprechend und unmöglich, baf fie beibe in einem und ebenbemfelben Dete jus gleich fenn follten. Diefe Gigenfcaft ber Theile den nennt man ihre Undurchbringlichfeit. fofte und faffige Materien find Daber undurche

dringlich, weil fie ans forperlichen Theilchen bes
fiehn, die Theile des liniversums find. Aber fie
find auch nur in Ansehung dieser Theilchen, und
nicht in Ansehung ihrer leeren Zwischenräume, une durchdringlich, und wir schließen daher mit Recht,
wenn ein fester Körper, der uns ganz voll scheint,
fich von einer flussen Materie durchdringen läst,
daß dieser Körper wirslich nicht voll ist, sondern
leere Zwischenräume hat, in welche die Flussett
hineingeht.

Die Undurchtinglichfeit der Körper spielt ben ihrem Stoße eine große Rolle. Wenn alles durcht dringlich wäre, so wurde ein jeder bewegter Körs per nach allen Seiten hin fortgehn können, ohne irgendwo den geringsten Widerstand zu sinden. Da aber alle Körper undurchdringlich sind, so kann derjenige, welcher sich bewegt, so bald er an einen Ort kommt, den bereits ein andrer Körs per einnimmt, seine Bewegung unmöglich unders andert fortsehen, ohne diesen aus seinem Orte zu treiben. Der Zustand beider Körper wird also verändert; beide fangen an in einander zu wirken, und es erfolgt ein Stoß.

Bep fluffigen Materien, beren Theilchen sehr leicht ausweichen konnen, ift oft jene Berandes rung des Zustandes so geringe, daß sie uns ganz unmerklich wird. So bewegen wir uns, ohne den geringsten merklichen Widerstand, durch die Luft, als wenn der Raum, den sie einnimmt, ganz leer ware; weil diese sehr seine Materie sich sehr leicht etwas verdichten läßt, und ihre Theilchen, wegen ihres geringen Zusammenhanges, nach allen Seis

## 424 Sieben und flebzigster Brief.

ten hin, leicht ausweichen tonnen. Iff aber Die Luft allenthalben eingeschlossen, so widerkeht fie, so wie unter einer Taucherglocke, dem Eindringen des Wassers und andrer Waterien mit großer Ses walt, weil sie undurchdringlich und elastisch ift.

Aachner Gab, II, 519. Mal, eleftrischer, I, 500. Abenddammerung, I, 42. Abendrothe, I, 43. wie sie entsteht, III, 345. Abendftern, IV, 1, 223. Abendweite, IV, 1, 15. Abirrung der Dohifpiegel, III., -226. der Einfen, III, 387. ihre Berechnung, IIF, 513. des Lidie, IV, c, 155. fgg. Ableiter, I, 478. Abplattung ber Erbe, IV, 1, Abprallung, f. Zurückwer: fung. Absteigung ber Seftene, IV, Aequinoctium, I, 47. Moweichung, IV, 1, 58. ber Beiher und ber brennbare Magnetnabel, II, 6. wie " man fie finbet, II, 53-55: ihte Beranberungen, f. Beranderung. Bie fie i. 1866 verändert hat, II, 60. "Abweichungelinien auf ber Achbarteit bes gebrannten " Erbtugel, II, 60. Linien dhe Abweithung, II, 60. dalt ber Opiegel und Glas fer, 'III. gig. Linfen ohne Aftord, II. 11, 390. Marthung, III, 302. wer Mabafter, II, 430. Oube Raturl. 4. 36. 2. Mbth.

III, 388. Abweichung ber Firsterne, IV, 1, 24. 27. ift veranberlich, IV, 1, 68. Abweidungetompaß, II, 56. Abweichungstreis, IV, 24. Adromatifche Biller, III, 397: thre Lafammenfet: mus III 410. fg. Achse & Are. Aeplipile, I, 229. Aepfelsaure, IL, xxvz. Mequator, I, 23. bes Mage nets, II, 6. himmlifcher, IV, 1, 13. ber Sonne, IV, 1, 121. Aeroftat, II, 490. Dampf beffelben, II, 181. 307. Inalit mit Enft ver: mischt, II, 487. mird gu Renerwerten gebrancht, II, Ralts und reiner Altalien, II, 170. 172. 430. Abweichung wegen ber Bes Aegung in Glas mit Muß. fpatfante, II, 529. gen der garbengerfierung, Alaun, II, 170. 430. 432.

außerft empfindlich, III, 315. Aldebaran, IV, 1, 72. Algol, IV, 1, 72. Alfalien , II , 429. feuetber fandige und flüchtiges, IL 429. milde und abende, II. 430. verandern die Fars ben ber Rorper, III, 359. Altohol, II, 181. 307. Almufantarat, IV, 1, 22. Akair, IV, 1, 72. Amalgama, I, 453. Rienmuis rifches, I, 453. Amalganisen, II, uni. 269. Ameisensäure, II, xxv111. Amerita, hat ungeheure Ber: ge und giaffe, I, 164. Ammoniat, II, 429. wie und wo es entfteht, II, 517. Ammoniakgas, II, 515. Amontons und fein Luftther: mometer, II, 92. feine Bes sbachtungen über bie Uns biegfamteit ber Seile, IV, 11, 208. fg. seine Berbieus ste über die Theorie der Reibung, IV, 11, 216. Apfidenlinie der Pianetenbali 219. Anaklastik, f. Dioptrik. Anamorphofen, fatoptrifche, III, 237. dieptrische, III, Anemometer, I, 284. IV, 11, 336. Anfrieren eines Tellers am warmen Ofen, II, 162. Anter, im feften Laube ges funden, I, 104.

......

Albines, find gegen bas Licht Anomalie, wahre, etenki fde, mittlere, bes Diane: ten, IV, 1, 193. Antares, IV, 1, 72. Antipoden, I, 12. Antiseptische Mittel, II, 481. Anwandlungen des leichten Burackgehens, III, 366. Angiebung, mas fie ift, IL, '213. 3wep Arten berfelben, II. 214. eleteride, II. Trag. bes Magnett, II, 14 - 18. . marum die fet sove starter ift, als bie ciefs trifche Angiebung II, 34-Der Simmeleteitet unter einander, IV, 12, 21. mischen ben Rorpern auf der Erbe IV, 11, 22, 23. Apertur, f. Deffnung. Apfiben, IV / 12: 100. 101. ihr Borraden, IV, 1, 101. ber Planetenbahnen, IV. 1, 192. der Erdbahn, ihr Bomaden, IV, 1, 197. Borracten der Apfiden ber fibrigen Dlauetenbahnen, IV, z, 198. entferntere, nachste, IV, 11, 19. obett, untere, IV, zz, 48. nen. IV. 1, 192. : Aquafort, II, 428. Audometer, Fahrenheitifches und gemeines, I, 269. Bebrauch und Theorie des erftern, I, 269. gemeines, feine Theorie, In. 271. fein Duben und Behrand, L 273. Brandweinwag, Lu 173. Coimege, L 

Archimedes in Sprakus, U, Archimebisches Problem, I, 261. Argandische Lampe, II, viii. Argument ber Breite eines Planeten, IV, 1, 184. Wettur, IV, 1, 72. Armillaufpháren, IV, 1, 264. Aufenit, II, xx111. Arfenitfaure, II, x1v. xxxxx. 413. 428. Asbest und Leinwand baraus, II, 3311. 456. Afche ift ein Dichtleiter, ber Barme, II, 138. entfeht aus ber Roble, II, 427. wird vom Magnete ange: jogen, II, 14. enthalt laus genfals, II, 429. 246. Afpetten, IV, 1, 78. Mophalt ober Judenpech, I, Afphypie, was sie ist, II, 467. Aftrologie, IV, 1, 79. Aftronomie, ihr Rugen, IV, z, 3. phyfiche, mathemas tifche, IV, 1, 11. physic i fche, IV, 1, 266. gewöhns lich Eintheilung ber Afteos 1 nomie, IV, 1, 274. Aftronomifde Deobachtun: gen, in welcher Beit fie aus gegeben werden, IV, 1, Aftronomifche Strabkubres Aufgang ber Geftitne wird dung, III, 267. Aftronomisches Bernrohr, III,

444 fein Gesichtsfeld, feis

teit, III, 448. fg. wie fich die Grennweiten und Deff: nungen feinee Glafer vers halten muffen, III, 455. fg. mit zwey oder drey Aus genglafern, III, 45 r. fg. Athmen ber Thiere, erffart, I, 335. II, 464. Atmometer oder Atmidomes ter, I, 174. Atmofphate der Erbe, I, 282. ihre garben, I, 298. fgg. ihr Drud, I, 311. fgg. if unten bichter, oben banner, 1, 332 370. ihre Dibe, I, 379. hat zwep elektrische Pole, II, 69. daraus ents fteht ber Magnetismus, IL 70. thèe Barme ift eine mitgetheilte, II, 205. ift oben falt, II, 208. und trodner, II, 304. weber bas kommt, II, 349. jus weilen auch außerft feucht, II, 350. of fich darin der Ebbe und Bluth ahnliche Bewegungen erzeugen, IV, 11, 77. Atmosphare, elettrifche, I, 406. 420. Atmofpharifche Cleftrigitat, I, 48 I . **Memen**, IV, 11, 402. Ausbraufen, woher es ents steht, IL, 256. Aufgabe von brep Rbrpern, IV, 11, 39: fg. durd die Strahlenbres befdeunigt, dung **3**69. ne Dentlichteit und Sellige Aufguß, (Infasum) II, 260.

١

Anfidiung, mad fio ift, II. Anchehnung burch die Mir 222. auf naffen und trock: vem Wege, II, a46. ihre wesentlichen Kennzeichen, II. 247. fg. 256. 258. ift oft eine Ursache der : Migberfchlagung, II, 261. ift ohne ein Eindringen des Auflosungsmittels in die Zwischenraume bes aufzu: Lorpers lösenden moglich, IV, 11, 407. Auflöfungsmittel, II. 245.

ibre Beschaffenheit, II,246. 247. fg.

Auffleigen bes Rauche in ber Luft, I, 303. 304.

Auffteigung, gerade, der Ge: firme, IV, 1, 27.57. foies fe, IV, 1, 29. gerade der. Firsterne ift veränderlich, IV, 1, 68.

Auffieigungsunterfcbieb ber Seftiene, IV, 1, 29. 37. Aufwallen des Baffers in verdannter Luft ift fehr fdwer vom Roden gu uns terfcheiben, II, 326. fcbeint suweilen das Lochen su beschleunigen, II, 327.

Auge, fleht immer nach gerar ben Linien, I, 4. 5. 132. Beschneibung deffelban und feiner Theife, III., 299. Beranderung deffeiben, um nabe und entfernte Sachen beutlich ju feben, wie groß He ift, and worin fie befrebt. III, 309. fq.

Auge, funftliches, III, 304. Augenfehler, III, 316. fg. Augepieter, III, 463.

me fefter Rorper, IL, 107. fluffiger, II, 121. der luft, II, 1 12. einige Körperzichn fech putte pie Bgeme in fammen, II, 108.

Ausdunflung, was fie ift. I 173. wie groß fie in einem Sabre beg une M. 1, 174 merfliche und unmerliche II, 271. ist gine wahre . . Aufibsung bes Befird in der Luft, und bat alle met ·fenstiche Rennzeichen ben felben II, 271. fg, 274- 199. 1280. mirb burd Berthi umes per Luft, burd Bat: me und Bind vermehrt, II, 279. fg. das Baffer verbünftet auch in bunner Luft, aber nicht im infilet ren Raume, II, 281. fg. wete febr die Ansbanfung burch Berdunnung der Luft \_ verftarkt wird, II, 293. ift von zweperlen Art, II, 298. 305. Ausdünstung der erften Art insbesondert, II, 307. Ansbanftung ber Thiere und Pflamen ift von besondrer Art und fehr ftgrt, II, 331. Anson ftung ber erften Art ift viel - größer, als man glankt. II, < 95g.

Ausflaffe, alabender Rorper, I, 461. der Roeper, IL 173. fgg. 331. fg. Bein: helt berfelben, IV, 11, 402. Antiabecieltrometer, I, 442. Anslader jur gemeinen Glet triguet, Lass. ur thieri:

- feen Bettriftel, I, 916. allgemeiner, I, 448.

Austrict ber Beifinfterungen ber himmeletotper, IV, 1, 140.

Ausweichung, IV, 1, 80. 85. rebugirte, IV, 1, 86. ber Maneten, IV, 1, 172. 173.

Ausziehung, (Extractio) II, 260. ·

Are, ber Erblugel, I, 22. IV. 2, 13. bes Magnete, II, 5: eines Sohlfpiegels unb Brennglafes, II, 150. 197. · eines Spiegele, III, 220. einer Linfe, III, 277; bes · Auges III, 198. bes hims mels, IV, 1, 12. frene, IV, 11, 196. 197.

Azimut eines Sterns, IV; 1, 28. westliches ober oftis ches, II, 54. wuhres und magnetifches, II, 54. fg. . Aziciutaltompaß, II, 54.

Ajimataiquabrant, IV, 2, 27. 28.

Bache, I, 167. warum fle raufden, II, 329. Bider, warme, I, 166. Barlappfaamen, ein Bichte leiter ber Barme, II, 139. bleibe im Baffer trecken, II, 217. 219.

Ballen, Berfuche und Erfuhr Bafalt, I, 111. rungen über ihr Berbreitfen, Bafis ber Luftarten, 1 IV, it, 417. fgg. thre

408.

bofte gorm, IV, 12, 421. fg.

Odl des Bero, I, 350. Barometer, beffeli Erfinbung, I, 311. 314. mit Befågen, I, 315. heberformiges, I, Reifebarometer, L 316. 316. feine Berfertigung, I, 314. feine Bohe ift vers anderlich, I, 314. wie feis ne Bohe ju beobachten, L 317. fonderbarer Berfuch bes Bungens und beffen Erklätung, II, 237. wats um ein Baffettropfen bas, Queckfilber darin fo ftark nieberdruck, II, 283. wars um es an einigen Orten bey Stürmen fällt,, an ans dern nicht, II, 400. die Barme und Raite hat auf daffelbe oft einen fehr ges ringen, oft einen großen Einfluß, II, 400. fg. wie fart es fid in berfchiebenen Gegenben Vet Erbe ver: andert, II, 402. die dops pelte Art ber Ausbanftung ift bie Saupturfache feiner Beranderungen, II, 403. warum es bep Mordwinden ju steigen, und ben Sabs winden gu fallen pflegt, II, 404. Anwendung beffeiben . ju Bohemmeffungen , IV, I, 51. ob ber Mond bars auf witte, IV, 11, 77. Barometerprobe an ber Lufte pumpe, 1, 360.

Batterie, Arttrifche, I, 446. Baum, Dianenbaum, Bieps baum, Zianbaum, U, 265. Bedeckungen der Linsen, III. ber Firfterne burch 448. den Mond, IV, 1, 147. Defeftigung ber. Ufer burd Mauern, Bollwerte und auf andre Art, I, 158-160. Beharrungszustand bes flier Benden Baffers, IV. 11. Bellatrix, IV, 1, 72. Benzoefaure, II, xxvii. 🔻 Beobachtungen, aftronomis fce, in welcher Beit fie an: gegeben werben, IV, 1, 61. Berge, Sofie einiger fehr hos Bestandtheile der Rieger, IV, ben, 1, 13. find durch Reucr gehoben worben, I. 85. bangen in Retten gufam: men, I, 87. die hochken find in den bichften lans dern, I, 135. Sobe des emigen Schnees auf ihnen, I, 87. Ralte auf ihnen und thre Birfung, I, 87. ber etsten Kinffe, I, 88. dep. awenten Klaffe, I, 89: ber britten Rlaffe ober Albiger birge, 1, 94. aufgeschwemms te, 1, 95. ihre Sohlen, I,

, 98. finizen oftem, L, 100.

101. ihre fortbauernde Eri

niedrigung, I, 202. sens

derbare von Adersbach. I. 102. Lavinen und Step

fcher, I, 103. feuerspeiende; I, 106. (f Bulfane.) wie

ihre Sohe durch bas Bas

cometer nemoffen wieb, I, 374. Borficht, wenn man Berge herabfahrt, I, 137. 138. hohe verthudigen das Better, II, 372. werden von Wolfen getrantt, II, 346. wie wett man von ihnen fehen fann, III, 196. Die weit man fie fieht, AL 298 Bergol und Bergiffen, 4 167. Bernfteinfäuet, II, xxv. Berthollet, beffen Galina Calpeter, II. sagmait Bofdigen ber Romemell. . <del>^</del>. }. 1X. 2 ' 4. D Befchleunigangstrafts, IN. 1. 296 11, 404: 405. Betaneeurt, beffen Berfuche, II, 420. Bengung bes Lichts, III, 251. 424. Erfdeinungen in ber - Armofobare, die fie verans lafte, III, 424 fg. Bewaffnung der Buftein und Merven in ben Galvanis fden Berfuden mit un: gleichartigen Leitern, I, 516. bes Magneten, was fie ift, II, 30. wie fie eine gurichten, II, 31. ibe, Muts gen, II, 31. 32. wie febr Magnete baburd verfarft werden, II, 34. auch fünfis

liche Magnete merben ber

waffnet, II, 36. Bemegung, täglide sher ge

> meinschaftliche, wahrfdeinlich vom Umbrei

. hen bet Erke bet, I, 44. ichrliche und ihre Folgen, I, 58 welche Bewegung eleichformig ift, I, 44. uns fre Urtheile über die Bes wegung ber fichtbaren Sir per, III, 209 mas se ist, remai wie vieletien, IV, 1, 267. fgg. 298. Zufammens . febung berfelben, IV, 1, "277. fgg. 287. Beweguns gen ber Thiere, wie fie er i folgen, IV. 1. 316. ver: abgette, IV, 1, 360. fg. frammilinichte, IV., 1, 373. fig. 377. fgg. Bemegung .: folde Maffen, die fich ans sadeny IV, 11, 37. fgg. angerliche, innerliche, IV, 11, 192. 193. brehembe, ber Rugeln. Råber unb Balgen ben den Reibung ber amenten Gattung, wo: her fie rubet, IV, 14, 214. Bewegung bes Stoffes, . IV, ar, 243. gitternbe, · IV, 11, 340. fggi mas die Bewegung eigentlich ift, wissen wie nicht, IV, 11, 408.

IV, Bewegungstrafte, ı, · 296i

Bier erhalt feinen Geschmack burch bie Gabrung, II, sii. enthält halbaufger löste Roblenfaure, Ц, 814. .

Biermage, I, 273. .... Bild, wirkliches und geomes. trifches, III, 238. Ort bes

. Dilbes, III, 2384, wahre und fichtbare Bilber bee Blaufance, II, xxvx1, (1)

Anges find verschieben, III, 199 210.

Bimsfiein, I, 111. 124. f. Bultanifde. Produtte. Binnenwasser in den Miebris gungen muß durch Schiens

Ben abgeführt werden, I, 154

Binofularteleftop, III, 443. Birnprobe ben ber Luftpums pe, I, 361. ift nicht guvers laffig, I, 362. Bittererbe, (Maguesia) II,

жий. 430. Bitterfoly, II, 433.

Blafe jum Deftilltrens II, 319.

Blasebalg, wie er wirkt, I, .339. Bafferblafebalg. II. 328.

Blafen entfteben, wenn die Luft aus. bem Baffer nier bergeschlagen wird, 329. fg. mertwurdige Ums Ranbe-bey Diefer Biebers fchlagung, II, 325. 327. Seifenblafen mit brennbas ter Luft gefüllt tnallen febr heftig, II, 488.

Mafen bes Mundes fann fehr fdwere Denbel, fogar Glots ten in Bewegung bringen, IV, 11, 119.

Blafenbunfte beugen . bas Licht, III, 424.

Blasinftrumente, Theorie is rer Tone, IV, 11, 351. . fgg.

Blaschen ber Bolten und . Mebel, II, 340.

Sley, II, wurz: felne eigens thamiliche Schwere, I, 262. ein Leiter ben Siettrigielt, I, 448. lift fich in Fener vertalten, II, 409, 423.

Stepafche, II, xyn, Bleichen ber keinwand und bes Garns mit bleichender Kochfalzfäure, Il; ess. war,

um der Than bleicht, II,

Blepglatte, ein Bientalf, II,

Blepfugeln, auf Baffer abs geschpffen, werden durch bas Baffer abgeplattet, ober gar zerbrochen, IV, 14, 333, 334.

Bieploth zeigt die Bertifesite nie jedes Orts an, I, to. 129.

Bledweiß, IL, xvii. Blende, II, xxii.

Plendung des Auges durch zu vieles Licht, III., 315.

Biendungen in spetiden Bortjeugen, III, 375.

Blindgeborne, wie sie sehen, wenn sie das Gesicht echal: ten, III, 209.

Blintern der Finsterne, III, 415. IV, 1, 167.

Blis, ift ein elektrischer Funsten, I, 470. 474 welche Rörper er am ersten trifft, I, 475. feine Bahn, I, 476 ist von zweperlen Art, I, 477. jundet zuweilen ohne Donner, I, 477. jahmt Magnete, II, 47.

pber leset ihre Bele um, II, 71. macht Sifen mage netifch, II, 47. ift vom Betterleuchten unischieben, II, 477.

Dilhabletter, von Franklin erfunden, I, 478. wie sie gewöhnich angriogt were den, I, 478. tonnen ohne Auffangungsfinnge sem, I, 479. wird am bestendurch Lupser geietet, I, 480. Borsich den Meminum, I, 481.

Blut verftärft bie chierische Eieterigität, I, 523. werd in ben Lungen roch, II, 464. bessen Unitant hängt vom Athemheim ab; II, >465:

Bintrogen, II., 949. 37952 Bogen, mit harzgeftrichener, warmne er vorzüglich iger fehickt ist, Sone zwerergen, IV, 21, 464.

Bollwerty, honormen tifern, find foster und von wer niger Pauer, I, 158.

Bolaguela Sialden, II, 146. Bomben, ihre Bahn, IV, 1, 365. fgg.

Bononifcher Stein, III, 357. Bosseit, I. 472.

Bocap, II, ner. wied jum Schmitzen gebraucht, II,

Borarfaure, II, xiv. 428.

Borapfpat, I, 472. Bougaer, beffen Bindmeffer, IV, 11, 236.

Suple util feine Leece, 'I,

Brachiffochronische Linie, ÍV,

Brabley beffen wichtige Entr bedung von der Abirrung bes Lichts, IV, 1, 155. fg. 164.

Brandung, was fie ift; ger gen bie Gefahr burfeiben hilft Del, I, 280. 281:

Brandwein brendt oft ben Deife, II, 483.

Brandweinmage, I, 173. Braunstein, II, xxxxx. giebt vieler fanernbe Lufe, FII, 441.

Drechburkett, verschieden, des Lichts, III, 331-332. ist jedem Gefondele Farbens tichte wesendich, III, 335. woher sie komme, III, 343. Orechstange, shree Theorie, IV, 1, 318.

Brechung bes Lichen wieche Glafer, II, 197. bes Sichts iberhanpt, III; 258. Urbfache ber Brechung, III, 259. Urbfache ber Brechung verfchiebes ner Muterten, III, von wie man bie Größe ber Brechung burch bie Erfahrrynf finder, III; 2601331. 395. verwandels sich oft in eine Zurückberfung, III, 269.

Brechungeverhaltnif, III, 258. 259.

Brechungswinkel, III. 258. 259. des Prisma, III, 325.

Breite, geographische, nords liche und fabliche I, 23.

24. 29. IV, 1, 18. white fie tient, I, 36. der Ber firne, IV, 1, 58. unvers anderliche, IV, 1, 68. der Pinneren, IV, 1, 184.

Breitenkreis, IV. 1, 58.
Brenubare Ahrper brechen
bas Licht fidrer, als andre
von gleicher Dichte, III.

-261. Brennbare Luft, gefohlte ober fdwere, fleigt von ber Erbe auf und giebt ju Bols ten Gelegenheit, II, 355. veraniaft bie Fata Mora gana und andere abuliche Erscheinungen, II, 357: gefchwefelte brennbare Luft, 11, 472. 499. gephofphor: te brennbare Luft, II, 472. 502. phosphorichte Brenns luft, II, 303. alle diefe Arten werben durch bie Baulniß erzeugt, II, 474. getebite wird burch bie Dike dus organischen Kors perir gettieben, II, 473. fie macht bas Befen theef Alamane wild, wennt bere gleichen' Romber boennen, II, 451. brennbare Luft im Riegten und Graften, II. 483. brennbare Luft durch Aufidiung ber Metalle wird ju gullung ber Merof faten gebraucht, 484 489. am beften aus Gifen ober Bint gu erhalten, II, 485. Brennglafer und Brennfpies del, II, 150. 195. III, 188. haben auf fefre buribs

fichtige Körper feine Wir-

: tung, II, 195. 205. (f. Opingel) ihre. Erfindung : und Gofchichte, !II, 201. Berfinde mit einem großen Orenngtafe, III, 382:.

Brennlinien, III, N2227 Ber ' fhfitifcieft Sohlfplegel find Epzypflotom, IV, ir, vo3. Brennbare Luft.

Brennpunft, II, 150. 195, 196. wirklicher und einger bilbeter ber Spiegel, TiI, 225. 236. und Glafer, III, 284.

Grennraum, III, 222. 279.
Grenuspiegel, tegelformiger, III, 238. Sohlspiegel, III, 225. parabolifche, III, 227. Berechnung ber Berebichung bes Lichts burch einen fehr großen Sohlspie: gel, III, 225. fg. f. auch Grennglafer.

Brennweise, II., 150, her Spiegel, III., 225, ber Linfen, III., 284, 280,

Betilen, wie sie mirten, III, 488. sg. Konfervations: betilen, LII, 318.

Bronge, II, Rveit.

Bruche ber Planeten, IV, 1, 229.

Bruden, ihre verschiebene Arten und Gebrauch bere felben, I, 142. 143.

Brunn, des Bera, I, 350. intermittirender, I, 329. fanfliches Sauerbrunnens maffer, II, 507.

Buffele, II, 55.

E.

Capella cum hoedis, IV, 1,

Carreffanische Leufel, I, 336. Cementquellen, I, 166. Chalfolith, IL axiv.

**Charphois bey Sigilien, I,** 203.

Chemte, II, vax.
Chladui, beffen. Berfinde mit
verschiedenen Lusugatum
gen in Rudfliche der Line,
IV, 11, 356. feine Arthor
de die Schwingungstans
ten sichthar zu machen, IV,

Chronium, U., xxxv. Chromfum June, II, xxx. Chromologia, woven fie helt belt, und worans fie all

fprungen ift, IV, 1, 4. Chronometer biene jur Ger-flimmung ber Linge, I, 46, 27 27

Collector, f. Conbenfatt, auch Butnister.

Eompreffibilität, foundt state gan Roepern ju, andere find dacompressibel, I, 231. 232.

Compressionsmaschine, I., 348. Condeufater, auch Collectur, I., 495. f. Berdichter. Conductor der Elektristema:

foine, I, 454. Conjunctio, im aftrement foen Sinne, IV, 1, 78.

D.

Dach, fenerfeftes, II, 457.

Dact, ift ben Kergen von Talg und Wachs nothmens big, aber nicht ben Lampen . von Weingeift, II, 457. muß nicht ju bid wber gu furs fenn, II, 458. Bors jug ber Dachte in ben arr gandischen Lampen, II, 458.

Damme, wogn fie nugen und .: wie sie anzulegen , I, 764. Démmerung, IV, 1, 41 ents fteht von der Atmosphare, I, 40.

Dammerbe, L 95. feuchte, verfchindt ben Saureftoff, II, 540. bleibt mach ber Kaulmis décia II, 482.

Dampfdes tochenden Baffers If 229 gerfprengt Gefäße, h 230. vineiat das Boll Lago. vermischt sich nicht ittit ber: Luft, I, age. ife eim abefonderes a slaftifches Befen, L 229. Dampf bee tochenden Baffere er zeugt Kälte, II, 172. ist elastisch trocken und war ben Bafferbunften wefente lich verschieden, II, 2719. 300. facht has Feuer an, II, -450 Thiere athmen Dampf aus, II, 465. wird burch bie hige fart ausgebehnt, II, 178. gutfteht auch ben geringen Graben ber Bari me, menn bas Baffer mit andern Materien vermischt ift, die es verfiuchtigen, Ц, 182.

Dampftugel, (Aeolipila) I, Dollond, dessen Enthactuns 229. ibr Rudwartsgeben,

wenn Baffer, in ihr tocht, IV, 11, 298. Detoft, Il, 260. Deftillation bes füßen Bafi fers aus Meerwaffer, I, 178. 179.

Defittiren, II, x. 319. geha ler, die man daben begeht, Ц, 329.

Diabetes des Berny, I, 347, , Diamant ift nerbrennlich, IL, .444. 513. bricht bas Licht vorzüglich ftart, III, 261. Diana, warum fie por Alters, als bie Gottin ber Jago verehrt worden, IV, 1, 9. Dianenbaum, IL, 268. Dichtigfeit ber Rorper, IV,

1, 299. IV, 11, 406. fgg. the Berhaltnig, IV, ir, 35. fluffiger Daterten bat auf ihre Ertaltung und Ers warmung nur einen gerin: gen Ginfluß, II, 122. Dienung bes Meers, I,"169.

Digeriren, II, x. Digeftion, Hi 266. Digeftor, II, 178.

Dintes wie fie entfteft, IT, sympathetische, II, 43T. xxii. gemeine and fumpae thetische, III, 360.

Diopeern, was fie find, IL 54. Meleftopifche, III, 460. Dioptrit ober Anatlaftit, 'III. 277. Dieptrifche Fernrobre, III,

463. Direttor ober Buführer, elefttrifcher, I, 485. 487.

gen, III, 396.

Donner, woher fein Rollen Duplicator, fommt, I, 477. IV, 11, warum er in gebir: Duraftord, IV, 11, 390. gigen Segenben flarter unb anhaltender als an ebenen tft, IV, 11, 388... Donnettelle fich Betfleiner rungen , I, 476. Doppelfchlag, IV, it, 391. Deppelipat, III, 263. Doppelsteine, III, 263. Doppelftrich benft: Magnetis firen, f. Strid. Drade, elettrifder, I, 475. fliegenber, II, 477, papiers ner, wie er in bie Sobe steigt, IV, it, 330. Drachenmonat, IV, 1, 105. Drebbel erfindet ein Thermos meter, II, 91. Drehpunkt des Sebels, IV, .. 1, .309. Drehung ber Korper, Theorie herfelben, IV, 11, 190. fgg. Druck des Baffere, In. 235. Dynameter, III, 463. 477. ber Atmosphare, I, 310. 326. eines Schweren Rom. pers, IV. 1, 301. Drudwerte, I. 342. werben oft mit Saugmerten vers

Bunden, I, 343. . . Duft ber Blumen ift Menby am ftartften, II, 3834. Dunfle :Rorpet, III, 157. Dunfttreis, L. 282. L. Annei fphäre der Erde. Baffte, was wir fo nennen, II, 271. And vom Dampfe wesemiich verschieben, IL 300.

Durchbringen finffiger Das terien burch feste Körper; woher es tomm, II, 218. Durchgangefernröhre, IV, 1, Durdimeffer, fdeinbartr, eis nes himitifden Abrect, IV, 1, 91. fortiontelet bes Wondes, IV, 1, 91: ber Bimmitfchen Meper, IV, 1, 96. Durchfchniet ber gufammen gezogenen Bufferaber, IV, 11, 268. Durchfichtige Kirfer, III, 157. 1000 WHO Warmen fie das Licht burchlaffen, III, 256. wie fie es foniden, III, 256. 297 Durchfichtigfeit wild burch

eine wirtiche Aufissung

nicht perdubert, II, 257.

Bertjeng, I, 496.

en anfloatel

Elbe und Flut, I, 191. W folgt groth Deut aller wer und zwanzig Studen, L Springfluthen, I, IGI. 192. wenn fie an ben Sit ften antommt, I, 193. felgt in Bluffen aufwartt, I, 194. größte ben ber Mibe bes Mondes, I, 194. fire Sohe an verfaftebenen Ruften . I, 195. ift unter ber Linie

micht-febr hoch, 195. if Gis, von ber erften Art, I, bis um den Polargirtel ju fpuren, I, 196. ift in fals ten Landern oft nur einmal in vier und zwanzig Stin: ben, I, 198. ift nicht in der Offee und im Mitteli landifden Meere ju fpuren, I, 199. ift groß im rothen Meere, I, 199: ift mit Stromungen im Meere verbunden, I, 199. 200. Theorie berfelben, IV, 11, 57. fgg. 67. fgg. 75. fgg. ihre Bewegung ift fcmins gend, IV, 11, 302.

Ebne, geneigte, ihre Theorie, ·· IV, 1, 321. fgg. Ball fowerer Rarper barauf, IV, 11, 95. fgg.

Coo, IV, 11, 383. einsplbig, vielfpibig, einfach, viels fach, IV, 11, 384.

Ebelfteine, Die meiften haben eine befondere Elektrizität, I, 477. funftliche, II, XIII. 411.

Coutte, II, xii.

Eigenthamuche Schwere, I, 261. 267. f. Schwere. Einfache Dinge, IV, 11, 402.

Einfallsloth, III, 214, 258. Einfallswinfel, III, 214. 258.

Cinfaizen, II, 481., · Einfturg einiger Berge, 100. IQ2.

Eintritt ben Berfinsterungen ber Simmelstorper, IV, 1, 140.

Cinweichen, II, 260.

217. von der zwepten Art, L 217. Unterfchied beider Arten von Els, I, 217. tunftliche Ralte burch ger: ftofines Eis, I, 218. Grunds eis der Tluffe, I, 220. hef tige Ausbehnung des Gifes, I, 224. ichabet Baumen. Bebauben und Medern, L 225. gieht fic burch Ralte jufammen, I, 228. bunftet out I, 228. bringt Kales hervor, wenn es sich in Baffer vermandelt, II. 158. erzeugt Barme, in: dem es entfteht, II, 160 mie man es am Feuer bers porbringen tann, II, 162, wird durch Salze heftig aufgeloft, II, 166. auch burch die fanern Gasen ten, II, 514. ift ein fcblech: . ter Leiter ber Barme, II, 139.

Eisberge und Treibeis, I, 181. Eifen, II, xvair. Robeifen ober Sufieijen, Il, xviii. Stangeneisen, II, xix. rothbrüchiges und faltbrüs chiges, II, xix, eshalt burch bie Unnaberung ei: nes Magneten Dole, und wird von ibm angezogen, II, 17. weiches verliert feinen Magnetismus gleich, bartes behalt thu, II, 19. laft fich fcweißen, II, 183. debnt fich aus, inten es erhartet, II, 109. mit

Spießglas gemifcht, giebt

es grofe gunten, II, 192. Etzentrifder Rreis ber Die f. auch Golb.

Eifendrathe, unter frepen himmel ausgefpannte, ibr Tonen bep Beranberung bes Bettere, IV, rr, 352.

Cifenfeite, wie fie fich um ben Magneten richtet, IL, 20. Cifenmobt, II, xix. 415.

Eifenroft ift oft magnetifch, II, 46. ift ein Ralt, II. 414.

Eifenstangen tann man mae netifiren, II. 463

Eisgerathe Des Lavoiffer, IL, 166.

Cisgraben muß man höfzerne Winde geben, II, 138.

Cispunte beam Thermometer, II, 95. feine Urfache, 'IL, 160.

Effiptit, IV, 1, 45. Urfache biefes Ramens, LV, 1, 130. Schiefe berfelben, IV, 1, 45. ihre verschiedene Gins theilung, IV. 1, 46. neum sigfter Duntt berfelben, IV. 1, 56. ihre astronomische Bichtigfeit, IV, 1, 57. thre Reduction auf ben Aequator, IV, 1, 66. ber Durchschnitt ihrer Chene mit der Chene bes Meguas tors veranderlich, IV, r. · 68. Beranderifchtett ihrer Schiefe, IV, 1, 58. wos burd bie Aenderung ihrer Schiefe bewirft wird, IV, 11, 79. fg.

109. ber Planetenbahnen, · IV, 1, 192. ·

Efgentricitat, IV, 1, 101.

netenbahnen, IV, 1, 192.

Clastifche Körper, IV, 11, 247.

Claffizitat, muß mit ber Com preffibilität nicht vermed: felt werden, I, 234. if in feften und fluffigen Romein auf gleiche Art, I, 321. ihre Rennzeichen, I, 321. vollkommne einiger Kör: per, I, 322 ist nicht ble einzige Urfache ber Zus' dehnung, I, 324. fommt meiften natutliden ben Rorpern ju IV, 11, 261.

Elektrische Körper, I, 392. Erfcheinungen, I, 397. 393. 398. Majdinen, L 394: 418. 452. Materie, I, 402, 468. von doppel ter Art, I, 439. 466. if in den Thieren, I, 502. 509. 530. 531. Atmit fphare oder Birlangsfriil, I, 406. Opisen, I, 406. 417. Runten, I, 409. 438. 443. 455. 470. Glasta: feln, I, 435 Farbenftreit fen , I, 436. Opinae , L 437. Beitenwirfung, I, 444. Odeiben, I, 456. Berfuce mit Lampfer, Baummolle und Saarrober chen, I, 459, 460. mit Banbern und Strumpfen, I, 462. Glaerohre, I, 464. Pole, I, 472. Bufabret oder Directors, I, 485. 487. 3166, I, 500.

Cietrifcher Birtungefreis, I, 406. Wind, I, 420. Bes cher, I, 416. Point, I, 435.

Eietrifches Licht, I, 401.458. 459. 460. 463. 467. Bingrab, I, 4a1. Reibes zeng, I, 453. Glockenfpiel, I, 457.

Elettrigitat, I, 392. arfprang: liche und mitgetheilte, I, 993. Leiter und Dichtleiter berfelben, I, 393. Balbleis ter berfelben, I, 397. ihre Beichen, I, 393. 398. por ftive und negative, I, 400. 404. wie fie erregt wirb, I, 405. Stromt in Spiken unmerklich, I, 407. burch ungleiche Bertheilung , I, 411. fifft bie gleichna mige jurud, zicht: bie uns gleichnamige an, I, 414. wie fie fich durch Leiter ver: theilt, I, 418. the Birs tungstreis, I. 419: in vers bunnter Luft, I, 462. befon: bere bes Turmalins und ans berer durch und durch eieftr. Rorper, I, 472. ber Bei witter und Wolfen, I, 475. atmofpharifche, I, 483. mes foe, I, 500. fgg. die Elets Rigitat ift wahrscheinlich Die Urfache Des Magnetiss mus, II. 8. atmospharis foe mitgerhrilte verurfact Benchtigteit, II, 361. Elets trigitat bat jum Baffers ftoffe eine ftarte Angiehung, II, 358. 421.

Elettrometer mit Rorffugeln, I, 400. 455. Anstades Clettrometen, I, 442. Quas dranten : Elettrometer, I, 450. des Broote, I, 455. Des Bonnet, I, 482. Reifer Clettrometer, I, 482 ... Cletitophor, feine Unterlage, Ruchenand Deckel, I, 489. Berfuche damit und ihre Ertidrung, I, 490. fgg. Lichtenbergifche Figuren auf thm, I, 493. Luftelettros phor, I, 494. Clementartrafte, IV, 1, 296. 405. nach ber Mepnung

Elemente ber Rörper, IV, 11, 405. nach ber Mepnung bar Alten, IV, 11, 405. ber Planetenbahn, IV, 1, 195.

Eliptre, II, x. Ellipsoide, elliptifche Einfe, III, 302.

Eimesfeuer, II, 376. Elongatio, IV, 1, 80. Elongazionswintel, IV, 1, 184.

Email, II, 412. Emersion ben Berfinsterum gen ber Simmelstörper, IV, 1, 140.

bizinische, 1, 485. rhieris sunpfindlichkeit ist der Rem schiedt ist wahrscheinlich der Erde, I, 508. Entsernung der Sonne von der Erde, I, 51. scheinbare, mus, II, 8. atmosphäris sche mitgerheilte verursacht Feuchtigkeit, II, 361. Eles trizität hat zum Wassers stoffe eine ftarke Anziehung, II, 358. 421. Entsernung der Körper, ibte wir durch einsache Lind fon fehen, III, 427. fg. wie weit ein Puntt entfernt fepn muß; bamit feine Straften als parallel ans gefehen werden tanven, III, 172. 232. redugirte ober verfürzte Entfernung der Pianeten, IV, 1, 184.

Engladung der gemeinen Elets triziekt, I, 424. 448. der thierifchen, I, 501. 507.

Entwurf, III, 175. perfects

stutisher, III, 186. orthor
graphisher und stereogras
phisher, III, 187. Zentrub
entwurf, III, 187.

Entwurftebne, III, 186.

Engundungen, freymillige, ... burch verfchiedene Mifchuns gen, II, 251. von Menfchen, II, 483.

Epigotloiden, IV, xx, xa3. f.

Epoche ben ber Berechnung ber Bewegung eines Plas neten, IV, 1, 195.

Erdbeben, von zweperley Art, I, 117. ihre Befchreibung und ihre Bindungen, I, 118. ihr Betzeichen, I, 220. ihre Urfachen, I, 222.

Erbbrend von Jeland, I, 713.

Erbbreite der Planeten, IV, . 1, 184.

Sirbe, ist eine Angel, I, 3—7.
boch feine volltommne, IV,
2, 93. 149. IV, 11, 168.
Uhplattung derfelben, IV,
11, 78 Ungleichhoit ihrer
Ohensläche, I, 13. ihre

Braser:L: 13. ibse Oler flache beftehe aus Schich: tem, Die umter bem Mrete gebildet worden find, I, 67 - 74. Defdeffenbet ibrer Schichten, I. 75-77. Magerien, woraus fit besteben, I, sa - 35. die Stoflache hat große Bett ånderungen erlinen, I, 86. ift von führem Baffer auf: gehölt und burdichnitten worden, I. gr - 45. brebt fich täglich ennual von Be: ften nach Offen um ihre Apt, IV, 1, 149. 150. IV, 14 78. Befchwindigfeit ber: fetben, IV, 1, 158. lauft jahrlich um bie Somehm um, IV, r, 150. 151. 161. ibre Babn um bie Soane, IV, 1, 247. Banten ibert Are, wodurch es bewirft wird, IV, 11, 79. was men barunter merficht, IV, 11, 80. pou man enithent, IV, 11, &1. Beweis ihrer Um: brehung um ihre Ape, IV, 21, 255. 257. war im Mil fange flaffig oder meig flens weich, IV, 22, 169. 174. fg. Berbaltnif ihret Mplateing, IV, 12, 170. 176. ihre mehre Arim: mang läßt fic nur berch die Erfahrung Bestimmen, IV, 12, 176. 183. if nicht **chiptisch**, IV, 11, 180. Meffung rives Brabes beri felben, IV, 11, 177. 188. ihne Prehang, IV, 11, 198. Crden

Erben, verfchiebene, II, xxx. Erfchitterung, abforbirenbe, II, mitt. Erdfälle, I, 100.

Erdferne, IV, 1, 100.

Erdfernrohr, III, 453. Uns ordnung feiner Glafer, IIL, 457. mit feche Mugenglas fern, III, 459.

Erdfinsterniß, IV, 1, 140.

141.

Erbfugel, tunftliche, I, 30.31. fleine magnetische ober Ter: rolle, II, 30.

Etblange ber Sonne ic. IV, ı, 183. 184.

Erdnähe, IV, 1, 100.

Erbrobe, f. Erdfernrobe.

Erbftriche ober Bonen, 'Ein: theilung der Erdfläche in funf Erbftriche, und Des foreibung derselben, L 60-64.

Erhabne Linfen, doppelt ers habne, platt erhabne, er: habne Sobigidier, III, 276. 285. erhabne Spies gel, III, 236.

Erhebungewinkel, IV, 1,

Erbahung bes niedrigen Bos dens durch das Waffer, I.

Erleuchtung verhält fich, wie ber Sinne Des Ginfallsi · winfels bes Lichts, III, 172. bey Mitroftopen, III, 499. 502. 509. 512. burd Opiegel, III, 231. 238.

Etscheinungen, elektrische, I. 393. 398. gatvanische, I, 504. 506.

Onde Rouri. 4. 25. 4. With.

elettifde, ober ericuttettiber Ochlag, Erfdutterung 414. schwächt und erzeugt oft Magnetismus, II, 47. er: geugt Bdrme, II, 192.

Erstickung, was sie ist, II, 467. 508. wenn Eriticte zu retten find, II, 467.

Ertruntene, warum ihre Köff per über bas Baffer tom: men, L 254.

Erge, find Leiter, jum Theil and Miduleitet, I, 511. was fie find, II, 3.

Efel, Die, am himmel, IV, 1,

Effenzen, II, x.

Effig, II, xxv1. 512.

Effiggabrung, f. Gabrung. Effigsäure, II, xxv1. 512.

Eudiometer bes Fontana, II, 536. bes Reboul, II, 539. mit Phosphor ober Schwes felleber, II, 539. erfüllt feine Absicht nie, II, 539...

Eulers und Remtons Meni nung vom Lichte, III, 436.

Evefrion des Mondes, IV, 21, 52.

Evoluten, IV, 11, 104.

Expansible Flussigfeiten , die ihrer Matur nach immer erpansibel maren, giebt es gar nicht, I, 325. warum Die Luft fich immer auszus behnen fucht, I, 325.

Extrahicen, II, x. Extraft, II, 260- ...

Rabendrepect, IV, 1, 16. Sabentreus im Bernrobre, III, Karben, blaue, II, xxiII.

Madenmitrometer, III, 460. IV, 1, 27.

Rabennes, [V, 1, 28.

Fallung, II. 261. f. auch Ries

derfclagung.

Raffer tanm man burch etwas Baffer gerfprengen, 1,318. Kaulnes des Wassers rührt von ber organischen Dates rie her, I, 210. auch Meer: maffer fault, I, 178. mas Die gaulniß ift, II, 474entwickelt brennbare Luft, II, 475. Barme und Licht berfeiben, II, 476. was Die gaulniß hindert, II, 478. antiseptische Mittel, . II, 481. Produtte ber Kaulnif, II, 483.

Sahne, zeigt bie Richtung bes Bindes, I, 283.

Kahrenheit und fein Thermor meter, II, 93.

Rall ber Körper nach Bertir kallinien, I, 10. warum eis genthumlich leichtere lange famer fallen, I, 305. Theos rie bes Salles ber Rorper, IV, 1, 351. fgg. Fall schwerer Rorper auf geneigten Cbenen, IV, II, 95. fgg. auf frummen glås chen, IV, 11, 96.

Rallen und Steigen ber Bets terglafer, in wiefern es folechtes ober autes Wetter anzeigt, II, 403.

Raffdirm bes Blanchard if untauglich zu feiner Absicht,

II, 495. ·

garben, zeigen fich burchs Prisma, III, 324. ver: fdiebene Brechbarteit ber Lichtfarben, III, 335. fier ben einfache Lichtfarben, III, 337. jusammengefess te Lichtfarben, III, 338. Bredungsverhalmiffe ber einfachen Lichtfarben, III, 339. geben burch bie Bers mifdung weißes Licht, III, 340. durch ein Priema erscheinen die Rander aller Begenftanbe gefatht, III, 341. wie die Farbert ents stehen, III, 343 fg. Bars ben ber fehr durchfichtigen Körper, III, 344. der halb: durchfichtigen, III, 346. ber unburdfichtigen, III, 348. wie biefe fich im ger fårbren Lichte verhalten, III, 349. der Saureftoff wirft vorzüglich ftart auf die garben bet Rorper, III, 350. Farben gefauers ter Metalle, III, 352. Mahlerfarben ober Pigs mente, III, 353. baruns ter nur brey einfache find, III, 248. Die Pflanzen werben burch eine geringe Sauerung gefarbt, burch eine ftarte weiß, III, 354die grune Karbe der Pflans sen wird durch Licht und brennbare Luft erzeugt, III, 355. fg. garben lenchtens

ber Rarper, III, 357. ble Alfalien verandern oft die Rarben der Rorper, UL 359. Karben der Krebse und ans drer Schalenthiere, III, fdillernde Karben, worin fie fich unterfcheiden, III, 361. man findet fie auf Sumpfwaffern und er: bistem ober gefchmolzenem Metalle, III, 362. im Blafe, III; 362. in ben Glasblafen und Ceifenblas fen, HI, 364, fg. zwischen aufammengebracten Gld: fern, III, 366. wie lettere entstehen, III, 367. jufak lige Farben, III, 416. find auch im gefarbten Schats ten, III, 417. fg. Barben burch bie Beugung bes Lichts, III, 251, 349. eleft trische, I, 436.

Farbenbild des Newton, III,

Karbenbrepect, III, 353. Karbenlofe Linfen, III, 407. fag.

Farbenzerstreuung, ihr Wers haltniß, III, 395. News tons Meynung barüber, III, 395. Dollonds Ents beckungen barüber, III, 396. wie fie burch Priss men unterfucht werden fann, III, 399.

Fata Morgana, II, 357.

Sebethars, (Cacutchouc) II,

xxvic. 492.

Febertraft, duffern alle elaftir foe Rorper, wenn ihre naturliche Dichtigfeit ver: andert wird, I, 321. wie sie von der Classizität vers schieden ist, I, 323. ist bald größer, bald tieiner, I, 325.

genfter und Glasgloden hale ten die Warme jurud, II, 206. schwihen im Binter, II, 323.

Ferilli, I, 110. Fermente, II, 511.

Fernrobre, ihre Zusammens fegung und Erfindung, III. 436. galileifches ober hols. landifches Fernrohr, III, 437. aftronomifches, III, 444. Erbfernrobe, III. 453. Spiegelteleftop bes Memton, III, 464. Gregory, III, 475. Caffegrain, III, Machtfernrobr ober Rabens auge, III,451. wie man all: gemein die Bergrößerung und das Gesichtsfeld eines jeden Fernrobrs berechnet. III, 476. fgg. Fernrohr får zwen Augen, III. 463. Einfluß der Fernröhre auf die Fortichritte der Stern: tunde, IV, 1, 3. wie bie Grafe des Gefichtsfeldes eines Ferurohre durch die Erfahrung ju finden, IV, 1, 23.

Befte Korper, IV, 11, 409.
wie fie fich burch die Feuchs
tigkeit verlangern, II, 289.
Befte ober fire Luft, II, 426.
Befte Puntte ber Thermomes
ter, II, 94, 95. der Spis
grometer, II, 287. fg.

Reftiafeit ber Rorper, IV, zz, Biber, bie, reigbore und eme 409. fag. ihre Urfache tens nen wir nicht, II, 159.

165.

Reuchtigfeit, wahre und fdein: bare, II, 284. fg. fcheins bare ber Luft nimmt burd Figuren, Lichtenbergifde, I, ihre Berbichtung ju, II,

301.

Zeuer, unterirbifches, bat Die Berge gehoben, I, 85. hervorgebracht, I, 127. brennt noch 115. 116. jebt in Bultanen und fonft unter ber Erbe, I, ra6. 127. 160. ift von befons berer Art und bem elettris Sire Luft, f. Sefte Luft. in gewissen Korpern, II, 453. wie es vom Baffer i gelofcht wird, II. 219. verfchiebene Arten es ans amnachen, II, 192. verurs fact oft Binbe, II, 390. Reuerbeständige Körper, II, 184. Salze, II, 429. Mer talle, II, xv.

Reuerfeste Körper, II, 184. Beuertugeln, elettrifche, I, 450. 470. IL, 477. 376. fahren aus den Bulfanen,

I, 471.

Reuermaschine, II, 406. Leuerraber, marum fie fic brehen, IV, 11, 298. Reuerfprigen, I, 343. Beuerwerte, elettrifche, II, 499.

pfindliche, I, 508. finden fich nach ben neuer ften Entbedungen ber als len Thieren, I, 524

Fidicula, IV, 1, 72.

regelmäßige bes Schnees, I, 222.

Feuchtigfeiten im Auge, III, Finfterniffe ber Geftirne bie: nen jur Beftimmung ber geographischen Lange, I, 46.

Anfeln und neue Berge Kifche, eleftrifche, I, 500. wie bie Kifche fdwimmen, I. 256. fterben aus Mans gel der Luft, II, 470. Luft ihrer Schwimmblafen, II, 471.

schen ahnlich, I, 123. Feuer Firsterne, IV, 1, 11. thre verbreitet fich fehr fonell Bewegung, IV, 1, 16. welche ber uns nicht un: tergeben, IV, 1, 19. ibre fdeinbare Entfernung, IV, 1, 20. in welcher Zeit fie ihren icheinbaren Umlauf um bie Erbe vollenden, IV, 1, 22. ihr Berfdwinden in ben Sonnenftrablen und ihr hervortreten aus bem felben, IV, 1, 43, ihr ortus cosmicus, ortus scronyctus, ortus beliacus. occasus heliacus, ben ben Alten, IV, 1, 54. Berans berlichfeit ihrer lange, IV, 1, 67. Eintheilung ber: felben in Sterne von vers verschiedener Große, IV, 1, 71. teleftopifche, IV, 1, 71. doppelte, IV, 1, 71.

wunderbare, IV, 1, 74. eigne und befondere Bes wegungen vieler Firfterne, IV, 1, 74 peranderliche Große einiger, IV, 1, 740 ihr ungeheurer Abstanb von der Erbe, IV, 1, 154. 155. 161. ericheinen ime mer nur als belle Puntte, IV, 1, 167. eigne Bemes gung von neun und gwant - 1ig, IV, 4, 262. warum fie in heißen gandern nabe am Borizonte oft nicht fun's tels, II, 279. ihr Blintern, III, 415.

Birfermonema IV, 1, 261. Mamme, leitet bie gemeine, aber nicht die thisrische Eleftrizität, I, 530. was 17 ffe ift, U. 444. 447. tann erftice werden, IL 448. wie fie vergroßert wird, II, 449. verlofdt durch Ertab tung, II, 450. ihre Figur und Farbe, II, 451. 458. hist fidrter als ber Rauch, II, 451. warum sie sich in manden Rorpern . fchnell verbreitet, II, 453. wie fte fich vergrößert, 11, 453. Blamme ber Lampen und . Kergen, II., 457. Farben der glamme, III, 357.

der Flamme, III, 357.
Blasche, Bologneser, II, 146.
Blascher geladene oder belegte
oder Leidner Flasche, I, 424.
wie man ste ladet und entiladet, I, 4241. Erscheinum
gen ben der Entladung, I,
4444 fas. Ertstrung des
Franklin, I, 428. Rest in

der Blafche, I, 429. ifelier te Klaschen können nicht gelaben merden, I, 430. Starte ber Labung bangt bon verfchiedenen Umftan: ben ab, I, 432. Die Lanung ift nicht in ber Belegung, I, 432. gelabnes Trinfglas, gelabner Potal, I, 432. I, 435, gelabne Glastas fein, I. 435. unvolltoms mene Entladung ber Blas fche burch schlechte Leiter, I, 440. gelabnes ruffifches Glas, I, 445. geladne Eufts fcicht, I. 445. mehrere folde Blafden Jufammen machen eine Batterie, L

Flaschenzug, IV, 1, 320. Flechfen der Thiere, IV, 1, 316.

Fleden, fcwarze, an bet fabs lichen Ggibtugel bes hims mels, IV, 1, 262.

Fleischsäure, II, xxvIII.

Flinte, warum fie beym Abs feuern zurückstößt, IV, 12, 298.

Flintentugeln, auf Dolg 2c. fcbief abgefchoffen, in wels cher Richtung fie eindrin: gen, IV, zi. 333.

Mintglas, III, 398. 473. Mibgebirge, wie fie entftan:

den find, I, 94.

Morentinifces Thermometer, II, 92.

Finchtige, Körper, II, 184.
Salge, II, 429. Metalle,
II, xv.

Mingel bes bewaffneten Mage neten, II, 31. Blaffe, ihr Bett ift allezeit ab: Blug ber Bogel in ber Luft, hangig, I, 130. thr Bes falle, I, 130. ift feht ges burd bie Schwere ihres gen ben Abbang ber Lans ber, I, 133: 134. Bes fdwindigfeit ber giuffe, wodurch fle beftimmt mird, I, 138-141. Wirbel und Orrudel in Bluffen, I, 143. ber Rluffe, I, 143. IV, 16, in ihnen, I, 144 fle vers andern ihre Ufer und Bets ten, I, 146 — 148. Hre Rrummungen und Arme, I, 148. 149. Berfandung ber Beichfel, I, 150. 151. fen, ein Produkt berfelben, I, 78. 153. unterirbische Seen um bie Bluffe, I, 156, 157. Bluffe beichabis gen ihre Ufer, I, 158. : Mittel bagegen, I, 158-160. ihr Urfprung, I, 163. einige führen Golb, L 167. 168. große Klaffe in Amerika, I, 164. lange Bluffe find groß, i, 167. warum fie raufden, II, 329. Fluffige Materien, IV, 11, 409: leichtfluffige und 'schwer:

flässige Körper, II, 183.

Bluffigfeit, wir wiffen beren

Urface so wenig, als die

' Urfache ber Beftigkeit, II, 159. 165. wie er gefchieht, I; 382. Mlugrad, elettifches, I, 421. ring, I, 132. fle fließen fluß, mas man barmter wir fteht, II, 183. Baffers, I, 130. und jeis Blußfpat, warum biefer Stein fo heißt, II, 528. feine Saure, II, 430. Alughaifaure, f. Auffpat. Bluffpatfaures Gas, II, 518. Bluth, I, 191—200. J. Eth und Fluth. Große der Gefchwindigteit Fortpflangung ber Barme, II, 147. 67. 72. fg. Strombahn Frantimifche Bibre, IL 316. ber Uebergang ber Millig tett in ihr ift feine wahre Defillazion, II, 321. Frofch, wie man ibn ja bet Galvanifden . Berfuden priparirt, I, 509. Miedrigungen an den Fluf: Froft, wie er organischen Köt: pern fchabet, I, 225. if oft eine Urfache ber Ric berschlagung, II, 261. weißer, II, 344. Uebrigens f. Ets. Froftpunkt benm Thermame: ter, II, 95. Frahling, I, 62. Brahlingenachtgleide, I, 47. Bruhlingspunkt, IV, 1, 27. 45: 47. Radwartsgeben deffelben, IV, 1, 68. Führer bey ben Planetenbah: nen, IV, 1, 192. Bunten, elettifder, I, 409. 438. 442. 450. burchbohrt Papier, Rarein u. f. w. I, 438. fprenge Rorper

bembe Runten, welche Dul: ver gunden, I, 443. guns ten, bie ber Zeuerftein aus bem Stable schlägt, IL, 191.

Buntein ver Sterne, II, 279. III, 415. IV, 1, 167.

Auf des bewaffneten Magnes ten, II, 31.

Außboden von Marmor cher Ziegeln erkaltet, II, 138.

## છ.

Sahrung, II, 5.10. Beingah: rung und Effiggahrung, II, 511. fg. ftille Beingabs rung, II, 512.

Balilei, feine Entheckungen und Berfuche über ben Kall ber Rorper, IV, 1, 351. feine oszillatorifche Entdets tungen, IV, 11, 113. fg.

Balileifches Bernrohr, .. feine Bufammenfehung. I 11.437. Bergroßerung . und . Op fichtefeld, III, 438. fg. Belligfeit, III. 440. Deuts lichteit, III, 441. mit dops peltem Augengiafe und fars benlofem Objektive, III, 442.

Galizenstein, II, xxII.

Gallapfel, haben einen zu fammenziehenden Steff, II, 431.

Gallápfelfánce, II, xxvs. · Garring, II, xxx.

undefinniber, T,442-Rinels Galvani entbedte juerft bie thierische Elefreigität an Ribichen, I, pråparirten finder die na: 504. fgg. suritche und fünftliche Clet: trigitat febr wirkfam / I, 504. 505.

Balvanische Werfuche und Ers fcheinungen, SII. 505. Galvanisirte Thiere, I, 524.

Bange find Spalten ber Bers ge, I, 89:

Ganggebirge, I, 89. Gas, ift ein Mittetbing wie fchen Luft und Dampf, II, 515. wied ben binlanglis der Ralte verdichtet, IL. 5 P4. ift fauer oder altas. lifch, II, 514. Ammoniati gas, feine Eigenfchaften, II, 515. flufifpatfaures Gas, feine Eigenfthaften, 528. tochfallfaures Bas, feine Eigenschaften, II, 520. bleichendes foch: fallfaures Gas, IL, 521. giebt bas Satz bes Bert thollet, II, 523. tann jum Bleichen genubt werben,II, 524. Salpetergas, feine Eigenschaften, II, 930fchweflichtfaures Gas, feine Eigenschaften, II, gefauertes Stidgas, feine Eigenschaften, II, 535.

Gazomètre, II, 419. f. Enfitmeffer.

Bebirge, Die hochften betannt ten find bie Corbilleras in Oubamerita.L. 13. fteben · immer auf einem boberte Erbrücken, als bas anties

find die Alpen die bochten, und die Schweiz ift der hochte Theil von Europa, L 134. 135. Bebläsofen, f. Ofen. Beddrine der Thiere find voll breundaren Luft, II, 482. Gefälle der großen Fikste ist fche klein, I, 130. muß um befto großer fenn, je famåler und feichter ein Ranal ober Gerinne ift, I, 140. Befäße, vereinigte, I. 237. Gefrieren, I. 216. fgg. f. Froft , aud Eis. Befrierung des Queckfilbers, . IL IIo. Bufammziehung und Ausdehnung ber Kor: per benm Gefrieren, II, IIO. Sefrornes, wie man es im ' Commer macht, II, 162. Gefibl, wie wir baburch Be: griffe erlangen, III, 198. Gegenden Des Simmels, I. IQ-22. .. Wegenfühler, I, 12. Giegonschein, im astronomis . (chen: Sinue, IV, 1, 78. Begenichein ber Planesen, ~:IV, 1, 176. Gegenfonne, III, 434. Gegohrna Getrante, wie auf: juheben, II, 512. Gehen, warm der Menfc .. als Rind asten lornen muß. IV, 2 344. **Schör, wie win burch** bassels be empfinden, I, 384.

gande Land ju deiden Self Beifer, elts foubethern ten, I, 135. in Europa Springbrunnen auf 36: land, L, 112, Beißfuß, IV, 1, 318. Gemabibe im Auge find wa ben Bilbern bes Befichts perschieden, III, 199. 210. Bengraphifche Karten, 1, 32. Beogentrische Länge und Brib te der Planeten, IV, 4 183. Sephosphorte Brennluft, f. Phosphor ober Lichten: breiter bes Runtel. Berathe , Baffergerathe, Quedfilbergerathe, II, 438. Luftentbinbung egetethe, II, 436. Berinnung, IL, 259. Beruch, Birtung ber thleri fcen Cietrigitat baranf, I, 527. Berache ber Pflanzen find bes Abends am fartften, II, 333. ober in verfdloße nen Zimmern, II, 332. Gefchmad bes eleftrifden Stroms, I, 421. ber Rev vermaterie, I, 525. 529. Befdwefeite Brennluft, !-Schwefel. Befdwindigfeit, was fie if, IV, 1, 269. anfererbent liche ber elettriften Rates rie, I, 425. ber Rervens materie, I, 507. Befet bes Mariette, I. 373. Gefete ber Mittheilung ber Barme, II, 118. Beficht, wie weit es fic en ftredt, III, 193. 194. <sup>298.</sup> feine große Empfinbligfeit,

III, 320. watum wir die Sachen nicht verfehrt fes fie nur einfach feben, III, 211. Sig bes Gesichts ift auf der Retine, III, 303. 304

Besichtsbetrüge, III, 202. fgg. verurfacht burch das Aufsteigen der brennbaren Luft, II, 357.

Gesichtsfehler, III, 301. 315. fgg.

Befichtsfeld ben Bernrohren, wie man es berechnet, III, 479, 484. fg.

Seftofine Körper, Theorie berfelben, IV, 1, 359. fgg. Belauopthunen oper Miner ralwasser, I, 166. ober

Sauerbrunnen, wie ihr : Baffer nachzumachen, II, 507.

Gewächsalfall, (Potsese) II, 429.

Gewicht der Korper, IV, 1, 301. 306. relatives, IV, 1, 326. eigenthümliches fefter, I, 261. und fluffis ger Rorper, I, 267. wie man es burch die hodroftas tifche Bage findet, I, 259. durás Araometer und durch andere Wittel, I, 267. 266. wie man daben verfährt, I, 259. fag. die Rorper verlieren von ihrem Bewichte in ber Luft, I, 305.

Bewitter, I, 474. ihr Eine fluß auf die Magnetnadel, II, 73. Rebenumftande

ben Gemittern, II, 276. .. f.. auch Blis.

hen, III, 230. marum wir Gewitterwolten, ju ihrer Bil bung fdeint Die brennbare Luft nothwendig ju fepn, II, 360. thre Gestalt, II, 368.

Geworfene Korper, Theorie berfelben, IV, 1, 359. fag. 3 69,. f**gg.** 

Sips, (Sulfate de chaux) besteht aus Ralterbe und Somefelfaure, II. 265-262.

Blafer, metallifche, ihre Gis genfchaften, II, 412. ges farbre, bie Sonne ju bee tracten, IV. 1, 117.

Blas, ift ein Dichtleiter ber gemeinen und der thieris fden Cieftrigitat, I. 395m 511. platt von Sige ober Ralte, II, 143. wie es abs gefühlt wird, II, 145. leit tet die Bärme schiccht, II., 138.142. läßt fich fcneis den, II, 143. und ågen, II, 529. worans es ger macht wird, II, x111. 246. 263. Bufage, damit es weiß wird, II, xxxx. bricht bas Licht und jerftreut bie Farben auf sehr verschiedes ne Art, Berfuche barüber mit Kronglas und Flint glas, III, 396. fg. besteht aus Scheibchen ober Bidt: tern, die fich oft etwas von einander geben, und alsbann Farben geigen, III, 362. fg. gepülvertes ift undurchfichtig, III, 257.

· wie ein Glas burd Sineine Gletfcher, I, 103. forepen gerfprengt werben Glimmer, graner, II, xxiv. fann, IV, 11, 387. Ruft Globus ober fünftliche Erb: fisches, geladenes, f. Flas · faje.

Glasfåben, II, 146. Glasfiaffe, II, xizz. 412.

Clasgloden, f. Fenfier.

Glashütten branchen 1am weißen Glafe Braunftein,

П, 441. Blastolben, II, 146.

Stastugein, hole, the Ans ziehn, II, 227.

Glaspulver, ift undurchsichs tig, 111, 257.

Glastafein, gelabene, I, 435. mie Baffer und Quedfil: . ber swifchen ihnen fteigt, · II, 235.

Stastropfen ober Springfol: ben, II, 145.

Slafuren, II, xver. xxere. 412.

Glatce, II, xir.

Blauberfalz, (Sulfate de soude) beffeht aus Mines találfalí und Sowefele faure, II, 265. 433.

Sleidartige Materien, IV, 1, 334.

Gleichgewicht des Baffers in Befagen, I, 240.

Gleichgaltige Maffen, IV, 11, 235.

Gleichung ber Beit, IV, I, 60. des Mittelpunfte, IV, 1, 194. Puntte ber größe ten, IV, 1, 201.

Bleichzeitige Linie, IV, 111, 101. 131.

tugel, I, 30. 31. IV, 4 264.

Glocken, wie fie abzutheilen, II, 439. ihr Lauten ben Semittern ift unnit, II, 381. thre Schwingung, IV, 11, 118. Theorie thru Zone, IV, 11, 359. get spaltene, wie fle zu ber trachten find, IV, 11, 363. enge und lange glaferne, ibr Rlang über augegun beter brennbarer Buft, IV, 11, 356.

Glodengut, II, xvin. Clockenfpiel, elettriffich, L 457:

Sluben gerftore bie magnett sche Krafe, II, 25. Roth glaben und Beifglaben der Wetalle, II, 184. Gill ben im luftleeren Ranme, IL, 445. 455. glabende Rorper leuchten, III, 358. Gnomen, I, 19.

Snomonif, I, 19. Copel, IV, 1, 320.

Sold, II, xvi. feine eigens thamliche Schwere, I, 261. feine Feine wird nach Sat rats gefchatt, I, 262. ff ein Leiter, I, 395. ift baus figer in heißen Länbern, und Eifen in taltern, I, 97.3 in Bidffen, I, 167. 168. ift feuerbeståndig, II, 184. aber nicht im Brennpuntte großer Grennfpiegel sber Brenngläfer, oder in falls

ernber Luft, II, 185. 203. 444. lagt fich im Zeuer nicht verfalten, II, 408. . fnallt, II, 517. feine ers : faunende Dehnbartelt, IV, II, 403.

Goldmacher, II, 254. Solbichlägerhaut, II, 495. Goldschwefel, II, xxxx. :

Grade, die Breite und Länge wird in Graben gemeffen, I, 24. mertwürdige Gras be von Ralte und Barme, II, 100. englische und frangoffiche ber Thermomes ter, II. 97. hohe Grabe ber Dige laffen fich nicht juverlässig bestimmen, II, 161. wie Rewton fie ber fimmte, II, 103. Grabe ber Bibe ben demifden Mr. Seiten, II, rx.

Gradtren, I, 275. Gradichauser ben Salzwer:

ten, I, 275. Il, 279. Graham, seine Berbienste um die Pendelubren, IV, 11, 133. f. 139.

**Gr**anit, I, 80. 81.

Granitgebirge, L, 88. 201. Granutiren, II., viu 🤫

Staphit, II, xxxvs.....

Bufammenfegung, III, 475. Bergroßerung, III, 476. Befichtefeld unb vors theilhaftefter Ort bes Aus ges, III, 478. Belligteit und Deutlichteit, III, 480. fg.

Broge, foeinbare, hangt Baarrobremen,

forming ab, III, 197. in wie weit ber Sehewintel baranf einen Ginfing bat, III, 200. 208.

Grotten, nathrliche, I, 98. Grünfpan, II, xvi. Grundflache eines Korper&

IV, 1, 342.

Grundlinte ben Grabmeffen, IV, 11, 178.

Sundftoffe ber Abrper, IV. 11, 404. einfache, II, 11, 404. ...

Grundibeile ber Rorper, IV, 11, 404. 405. einface, IV, 11, 405.

Grundton, IV, 11, 344. Grundmarme der Erde, II, 209.

Bucker, sber Perspektiv, unb Opernguder ober Rriense gnder, III, 446.

Buibin, beffen Regel, ben Inhalt gewisser Rorper ju finden, IV, 1, 340.

Gummi, II, xxviii. Gummihary II, mxvxxx.

Stegorifches Teleftop, feine Saarhygrometer, Einrichtung beffelben, II, 287. feine stoep feften Puntte bestimmt werben, II, 287. ift außerft empfindlich und vergleichbar, II, 288. was feine feften Puntte eigent lich find, II, 289. dettrifirte,

von der scheinbaten Ent: . Flug des Baffers durch

fie, I, 460. ihre Erfdeis Barte Körper, IV, 11, 247. nungen, II, 229. Baarfterne, IV, 1, 239. fgg. f. Kometen. Sammern erzeugt Barme, II, 190. Darte ber Körper, IV, 11, 409. 410. Sarten bes Stable, II, 37. 144. Dagel entfieht mabricheinlich aus Sauce, I, 222. ents fteht burch Die Eleftrigität ber Wolfen, II, 348. wars mm er oft so gewaltsam und gerftorend ift. IV, II, 317. Baten, englischer, in Uhren, IV, 11, 133. Daibfugeln, 'nordliche und : fabliche, L, 23. ble magbes burgischen, I, 355. 364. Dalbleiter ber Gleftrigitat, I, 397. Palbmeffer, wittler, eines waltenformigen Lowers, [V, z, 336. Salbmetalle, II, xv. find Leis ter, L, 395. Balbichatten, III, 176. ihre Größe, III, 179. fg. Sammerichlag ift ein Gifens talt, II, xix. 417. 🦠 Pearmatten, II, 396. f. auch Wind. Parmonie der Tone, Grund aller ihrer Regeln, IV, 11, 386. Parmonitaglode, Theorie ih: rer Tóne, IV, 11, 359. Ontrifon, beffen Berbienfte

um die Uhren, IV, 11, 152.

Barge, II, xxviii, sind Michtleiter, I, 395, laffen die Elektrizität tiefer in fich eindringen, und haken fie ftarter juruit, als Bias. I, 490. Dafpel, IV, 1, 320. Bauptgegenben, I, 19. 20. Dauptplaneten, IV, 1, 167. untere und obere, IV, 1, 168. ihre Birtungen auf einember, IV. 11, 56. Cauptstrahl, III, 439. Debebaum, beffen Thenie, IV, 1, 318. Debel, deffen Theorie, IV, 1, 307. fgg. wie er befchaft mana a for from mak, recht beweglich four foll, IV, 17, 230. Deber, anetamifchet, 1,340. Stechheber, I, 337. 9t meiner Deber, I, 344. Beber im Beder, I, 347. :: Opeingbrunnen im Debet, . I. 347. Beberbarometer, I. 316. if welches ben das einzige, Atmosphire Drust Der politommen angeigen fank, II, 243. Debesque, einfache, IV, 1, . , 315. .318. Befen entfteben burd bie Gagrung, II, 511. Belena, II, 376. Beliometer, III, 462. Belieftop, III, 463. IV, 1, I 1.7. Seljojentrifche Linge und

1, 183.

Belligteit ber Kernröhre, wie man fie berechnet, III, 440.

445.

Beim ber Deftillirbiafe, II, IX. 319.

Demmung ber Uhren, IV, 11, 132. ber Raber, ihr Eins fluß auf die Bewegung ber **Bagen, IV, 11, 212.** Benatifche Luft, II, 500.

Derbft, I, 62.

Berbftnachtgleichen, I, 47. Derbftpuntt, IV, 1, 45. 47.

Dementates Berichließen, mas es ift, II, 90.

Beronsball, I, 350.

Beronebrunnen, I, 350. in den Bergwerten, II, 297. Deronsluftmafdine, I, 351. Deronswindteffel, I, 351.

Betidel, ber Planet, IV, 1, Bofe um bie Sonne und ben 207. 208. deffen Trabans ten, IV, 1, 208. 209. befi fen Ringe, IV, 1, 209. deffen Daffe, IV, 11, 34. Dichtigfeit, IV, ir, 35. Schwere auf ihm, IV, 11, 36.

Beridelische Teleftope, Memton.

Berenmehl, f. Barlappfaac men.

Dimmel, entipringt aus der Rarbe der Luft, I, 299. fonst hrelt man ihn får feft und far ben Bohnfis der Gotter, I, 299. feine Bolbung und Farbe, 111, 204.

Breite ber Planeten, IV, Simmelstarten, IV, 1, 71. find nut auf eine gewiffe Zeit elchtig und brauchbar, IV, 1, 69.

Simmeteforper, IV, 1, 241. Urfachen und Berbattniffe threr Bewegungen, IV, 11, 3. fgg. ihre Maffen, Dichtigfeiten , Gefdwin: digfeit des Falles auf ibret Oberflache, IV, 11, 32. . fgg.

Simmeletigeln, tanflice. IV, 1, 263. find nut auf eine gewiffe Beit richtig und brauchbar, IV, 1, 69. Dige, bobe Grade berfelben leffen fich nicht ficher meh fen, II, 101. mertwardine Grade berfelben, II, 100. geht nach oben, nicht nach der Seite, II, 452.

Sodometer, IV, 11, 215. Mond, III, 425. Sof um den Mond, 1L, 372.

Sohe ber Berge mirb burch die Oberflache des Meeres bestimmt, I, 170. 171. Hohe des Ozeans ist nicht attenthalben gleich, I, 169. 170. noch weniger bie Bos he kleiner Meere, I, 171. einer Sache, wie fie burch ben Schatten ju meffen, III, 179.

Sohe der Sonne und Gestier ne, I, 17. wahre, scheine bare, himmlischer Rorper, IV, 1, 88. übereinstims menbe, bet girfterne, IV, 3, 17. 35. L

Sohenmeffungen mit bem Barometer, IV, 1, 51. daben braucht man die Lo: garithmen, I, 376. man muß die Barometerboben wegen ber Barme verbefe Bonigthau, II, 337. fern, I, 377. Die übrigen Sorizont, IV, 1, 20. mahrer Berbefferungen laffen fich nicht zuverläsfig angeben, I, 378. Bepfpiele folder Rechnungen, I, 378. 379. Sobenparallare, IV, 1, 88. Shenquadrant, IV, 1, 264. Sahlen, I, 98 - 100. fcmars ze Soble in Bengalen, II, 466. Bollenftein, II, xvr. Borrohr, IV, 11, 398. 399. Pof, f. Pôfe. Hohllinsen, III, 280. haben Berftreuungspuntte, III, 284. wie sie Sachen vor: Porizontallparallare, IV, 1, stellen, III, 291. fg. 296. warum fie vertleinern, III. 488. Sohlipiegel, ober Brennfpies Bufeifen, magnetifche, II, gel, II, 150. III, 220. ihre wirklichen Bilber, III, Sund, ber große, IV, 1, 223. warum fie brennen, III, 225. Sohlfpiegel, III., 227. Dundehoble, IL, 509. Abweichung ber gemeinen Sohlfpiegel megen ber Rus Duth ber Deftillitblaft, II, gelgestalt, III, 228. 518. Dollandifches Fernrohr, f. Galileifches Fernrohr. Doly, wie in Defen und Rac chen vieles ju erfparen, II. 452. leitet bie Barme schiecht, II, 137. warum Hvades, IV, 1, 72. frifches Solg in fauernder Ondraulit, eine Erfahrungs: Luft schwarz wird, III,

3 ( 6. fonderbare Eigen: schaft deffelben in Ruckicht ber Reibung, IV, 14, 221. Berbrechen beffelben, IV, II, 414. 415. 417. **[95**. und fcheinbarer, I. 29. 52. IV, 1, 88. in Seziehung auf die Birfterne, IV, 1, 14. warum Sonne und Mond am Sorizonte fo groß aus fehen, Ill, 202 oder pu weilen mit Schweifen er scheinen, III, 429. fg. Porizontal ober magni 11. IV, 1, 22. Corizontallinie, mahre und scheinbare, III, 196. große Borigontallinien gieben, L 131. 88. ihre Bichtigfeit, IV, 1, 90. der Planeten, IV, 1, 173. 39. 71. parabolifche Sundegrotte, II, 509. Dunbetage, IV, 1, 71. IX. 319. Bungens , beffen oszillatori: fche Entbedungen, IV, II, 114. Deffen Entbedungen in der Lehre vom Swfe ber Rorper, IV, 11, 253. wiffenschaft, IV, 11, 265.

Spbrographifche Rarten, I, Intlinagion ber Magnetnas 33. Sporometer, I, 271. Dybroftatit, I, 235. nicht auf jahe Bluffigfeiten, L 280. Sporpftatifde Bage, I, 259. Spetometer, L 296. Opgrometer, I, 216. ift von einem Sparoftop verschieden, II., 288. fg. f. Haars hpgrometer. Sparoftop, I, 216. 1. Dys grometer.

Sahr, gemeiner Bogriff besi

felben, IV, 1, 6. wahre

Große deffecen, IV, 1, 7. Julianisches, IV, 1, 7. Mondjahr, und noch für: gere, IV, 1, 9. großes ober Platonifches, IV, 1, 68. tropisches, IV, 1, 69. fpnodifches der Planes ten, IV, 1, 178. anos malistisches, IV, z, 102. 198 Jahrszeiten, in ben gemäßige ten Erdfiriden giebt es des ren vier, I, 62. im beißen nur zwey, I, 62. Ursache · Abwechslung Der Johrszeiten ... heißen per

Lander, II, 363. Immerfton ben Berfinfteruns gen der Simmelskörper, IV, 1, 140.

Indifferenzpuntt, II, 40.

del, II, 58. f. Reigung ber Magnetnadel. geht Intrustazion einiger Baffer rührt von der Roblenfaure her, II, 507. s. auch Vers steinerungen. Infeln, fdwimmenbe, I, 257. Autegrirende Thelle ber Rors per, IV, 11, 404. Intervall, IV, 11, 344. Beet anderung ber Intervalle, IV, 11, 345. welche Ins tervalle wir vorzäglich gern horen, IV, 11, 390. Jovilabium, IV, 1, 219. Irdifche Strahlenbrechung, 111, 274, 281. Irrlichter, woher fie entftes hen, II, 477. Brifterne, Grund biefer Bes nennung, IV, 1, 153, Brmings Deftilltrgerathe, II, 320. Islandischer Rruftall, III, 264. Isoliren, I, 393. Judenpech, I, 183. Jungfrau, das himmlische Beichen, IV, 1, 56. Jupiter, IV, 1, 214 hat gus meilen einen Rreis ober Ring um sich, III, 425. beffen Monde ober Eras banten, IV, 1, 161. 215. ibre ginfterniffe, IV, z, 162. 166. deffen, heller Glang, IV, 1, 167. deffen Atmosphare, IV, 1, 215. deffen Maffe, IV, 11, 34. Dichtigfeit, IV, 11, 35. Somere auf ihm, IV, zi,

warum er mehrere Trabanten bat, IV, 11, 203.

Adlte nimmt in der Sobe auf ben Bergen und in ber At: mofohere immer meht in, I, 87. fanftliche, I, 218. Ralt, von ber alteften Entfit einige vorzägliche Grade ber natürlichen, II, 101. Raite ber obern Atmosphas re, thre Urfache, II, 205. Urfacen ber Berfchiebens beit ber Ralte verfchiebe: ner Gegenben, II, 210. fg. größere Ralte um ben Sadpol, II, 212. wie tief die Ralte in die Erde bringt, IL, 209. arbste tagliche und jahrliche Ralte, II, 207. was man unter ber tanftliden verftebt, II, 162. wird gewöhnlich ér: seugt burd Difdungen troftallinischer Salze mit Baffer, II, 167. ober mit Ets und Schnee, II, 166. oder falgiger Gafte mit Eis und Schnee, II, 168. ober verbunnter Sauren and Saize, II, 169. auch eis nige nicht frostallinische Salze erzeugen Kalte, IL, 164. fanfiliche Ralte und Eis wird auch burch die Ralte ber Detalle, Richtlel: Ausbanftung erzeugt, II. 276. 275. ober burch bas Roden, II, 179. merts

wardige Grabe ber Rait und Dige, II, 100. Rahn, wie er, felbft durch

ben Strom, quer über ibn getrieben werben fann, IV. 11, 330.

Ralender, Julianifder, IV, I, 7. Gregorianifder, IV,

1. A. Ralibricen ber Glastbitti,

IL, 85. hilled, I, 83. von neuetet Entftehung, 1, 84. rolle, II, Kiti. 170. gebranu ter ober lebeubiger, U. 170. 506. Stanbfaff und Raltwaffer, II, 171. 507. wie er den Mauern ihre Beftigfeit grebt; II, 22%. rober Ralt enthält Roblens faure, II, 427. lebendiger macht bie Alfallen abend, II, 430. 506. lebenfiger enthatt Bafferstoff," 11, 506. Rait tofet fich in Sauren auf, II, 506. bft mil' einem Aufbraufen, II, 256. 507. reffe fendte Rafterde verschluck ben Saureftoff, II, 540. Kall: erde fft in Rnochen, Schal len und allen fleinichten Anhaufungen der Infeften und Barmer, II, xxx. Rall leuchtet im Dunfein, wenn er gelöfcht wird, III, 358.

ter der Clettrizität, I, 447. 511. Bertaltung und Bies detherftellung der Metalle durc

: durch bie Cleftifgitat, I, 447. was metallische Ralte (Oxydes: metalliques) find, und thre Eigenfchaf: .ten , II , 409. enthalten Saurestoff, II, 410. bald Rapelle, II, viil ix. in größerer, bald in gerins Rapellofen, f. Ofen. fich wiederherstellen oder reduziren, II, 412. Raftor und Pollur, II, 376. entstehen nicht blos burch Katoptrik, III, 237. Barme, fonbern burch Sauren, U, 413. .431. 518. 529. 270. find Micht leiter der Barme, II, 138. Raiferde, f. Raif.

Raltgebiege, einfache und

94.

:1

Ì

ı

Raltmild, I, 527.

Kaltwasser, I, 527. T. auch Raif.

Ralziniren, II, xxx. 409. f. auch Bertalten ber Des talle.

firt, I, 459.

Rammer, finftre bes Porta, III, 188. finstre beweglis che, III, 320. helle, III, 324.

Ranonen, warum fie bepm jurudlaufen , Losfeuern

IV, 11, 298.

Ranonentugeln, ans Schiffen unter fehr tleinen Binteln auf die Deeresflache abger schoffen, springen von ihr etnige Male ab, the fle finten, IV, 11, 382. in Qube Metarl. 4. Th. s. Abth.

welchet Richenng fie, uns ter einem großen Bintel auf Baffer it. abgefchoffen, eindringen, IV, 11, 332. 333.

gerer Menge, II. 411. laf: Rarten, Landlarten und Sees farten, I, 32.

auch Ratoptrifche Fernichte, III, 463.

verpuffen oft mit Rabenauge, III, 451.

großer heftigteit, II, 517. Rauftizität bes lebendigen Raltes und ber Alfalien, Щ 171. 430.

Regelfpiegel, erhabne, III, 237. boble, III, 237.

neuere, I, 83. 88 - 90. Reil, feine Theorie, IV, 1, 327. fg. ob er unter bie einfachen flatifchen Das fdinen ju rechnen fep, IV, 33, 365.

Repler , feine Berdienfte um die Aftronomie, IV, x, 196.

Rampfer, brennender eleftris Replerische Theorie ber Plas netenbahnen, IV, 1, 191. Aufgabe, IV. 1, 195. Res gein, IV, 11, 4. 6. 10. 20. Rernschatten, III, 176.

Reffel mit tochendem Baffer ift von unten tubl, II,

Reine, bey ber thierischen eleftrifchen Entladung barf nicht unterbrochen werden, I, 501. 516. eine folche, beren Balften ungleichars tig find, ift mirtfamer, als bie mit gleichartigen,

l, 512. 521. Riefelerde, II, xiii. Riefelfendrigteit, II, xim. Atrobofe, follen außer ben Stabten fepn, II, 469. Riang, was batunter ju vet: fteben ift, IV, 11, 343. Rlappen, I, 343. Rlavier, wie es eingerichtet fepn muß, IV, 11, 345. Rleidung, weiche Korper das ju dienen, II, 139. Rlima, I. 63. Rioben, IV, 1, 320. Analigold und Anglifilber, II, 270. 517. **Inallendes** u, Quedfilber, 270. Analipulver, II, 488. 523. 524. fnallende Saize und Ralte, II, 529. fnallende Serfenblafen , II, Knalifugeln , U, 487. Rnauluft, II, 423. 486. 487.

Anochen, in Soblen und ans berwarts, 1, 98, 99, ent; hatten Phosphor, II, xxx. 253. mechanische Erklas rung ihrer Wirtung, IV, 1, 316.

Anoten, ber Mondbahn, IV, 1, 102. der Planetenbahs nen, IV, 1, 181. ruden rudwarts, IV, 1, 198. des Saturnsringes, IV, 1, 210.

Anotenlinien ber Planetens bahnen, IV, 1, 181. bes Saturnsringes, IV, 1, 210.

Anotoumonat, IV, 1, 125.

vällig Ahnlichen Salften, Robalt, II, unzur. ift magnes I, 512. 521. tifch, II, 15.

Rochen, II, 174. bes Bafs fers und deffen wefentli: de Rennzeichen, I, 228. fcheinbores im luftleet en Raume, I, 366. Rochpuntt ben den Thermometern, II, 95.- warum er bestäus dig ift, II, 174. in einem Gefäße, welches in tochens des Baffer verfentt ift, tann fein Baffer tochen, II, 176. Rochen im lufts leeren Maume, II, 176. die Luft im Baffer be: fcleuniat fein Rochen, II, 177. Rochen des Quelfile bers und anderer Bares rien, II, 180. **der Defe** und des Weins, II, 180. das Rochen in verdünnter Luftift blos fibeinbar, und wahrscheinlich ein bioges Aufmallen, wenn das eins aefchlokne Barometer. mabrend beffelben, falle II, 326.

Rochpuntt, f. Rochen.-Rochfalz, wird zerfett burch Bleitalt, II, xvxx.

Rochfalzsaure, III, 428. 520.
Rachfalzsauree Gas, II, 520.
bleichendes tochfalzsaures
Gas, II, 521. lehteres
giebt im Lichte fehr reine
fäuende Luft, II, 523.
442. verpufft und bleicht,
II, 425. fgg.

König, metallischer, II, xv z. 414-

Ronigswaffer, II, 428. 246. Rornen, II, vu.

Kornen, 11, viz.
Korper, der menschliche, ist eigenthumlich etwas schwer rer als Wasser, I, 253.
Korper der Ertrunkenen kommt nach oben, I, 254.
Körper, himmlische, was darunter zu verstehen, IV, 1,749.

Robie, gut ansgebrannte, ift ben ber thierischen Elektris stat ein Leiter ber erften Rlaffe, L, 511. brennt ohne. Blamme, II, 446. wie fie entsteht, II, 460. Hiße ber Roble, woher fie tammt, .II, 460. ist ein Richtlete tet ber Warme. II, 138. Roble faugt, wenn fie ets talter, Baffer, Quedilber und andere Fluffigleiten, worzüglich aber viele Luft `-ein, II,460. verbrennt nicht im verschioffenen Raume, wird aber burch bie Sige in Rohlenfaure aufgeloft, II, 426. 461. moraus fie ber fteht, 11, 462. ihre reinis genbe Eigenichaft, IL 462. Roble von Anochen, II,

١

Ì

ţ

ı

Rohlenblenbe, II, xxiv. Rohlenface, am Himmel, IV, 1, 73.

Roblenfäure, wie man Basser mit ihr schwängert, II, 507. 120. töbtet oft Mensschen, II, 508. 510. und Thiere, II, 509. widerssche ber Fäulniß, II, 509. wird vom Basser vers

. faluat, aber nicht gans aufgeloft, II, 512. ihre Bestandtheile, II, 426. wird vom elektrischen Funs ten ausgedehnt, II. 513. Riblenftaff, ift ein einfaches, allenthatben verbreitetes Befen, II, 427. ein Eles ment, IV, zz, 405. läßt Ach aus dem Kalte und misden Altalien nieberschlas gen, M, 513. der Dias mant beftehe aus biefem Stoffe, II., 513. Diefer Stoff bildet mit bem Stidt . Troffe bie eiganische Mator.

rte, II. 434. Kolben ober Glafen zum Des stilliren. II, 1x. 319.

Rolleftunglas, III, 296. bet Brennglafer, II, 200. Koluren, IV, 1, 46.

Rometen, IV, 1, 149. 239. fgg. ihr Odweif IV. 1, 239. fg. ihr Dunftkreis und Reyn; IV, 1, 240. find teine Luferfcheinun: gen, IV, 1, 241. ihre Bahn, IV. 1, 241, 244. Elemente berfelben, IV, x, 246. 250. Storung ihr res Laufe, IV, 1, 251. thre Unjubl, IV, 1, 255. ibre Umlaufegeren, fg. IV, 1, 256. ihre Bers wandlung in Planeten unimágka, IV., 1, 257. find. von den Planeten burche ans verichteben, IV, 1, 257. fg. teleftopiiche, IV, 1, 262. ihre Birtungen auf die Planeten, IV, 21, 56. find

nen Samere unferworfen, IV, 11, 56. ihre Daffen, Soweife entfteben, IV, 11,

Rommutationswinkel, IV, 1, 184,

Rompaß, feine Erfindung, II, 50. Strichtempaß, II, - 54. Azimutalfompaß, II, Bariationstompas, II, 56. Reigungetompaß, , II, 58.

Rongentrirte Sauren, II,

Ropernitus behauptete juerft die Bewegung ber Erbe um ihre Are und um die Sonne, IV, 1, 152. 164.

Rort auf Beingeift und ans bern Rluffigteiten, II, 307.

Rorn hat fich einige hundert , Jahre in troffnem Sande gut erhalten, II, 479.

Rornahre, Die, am Bimmel, IV, 1, 72.

Rraft, mas barunter gu ver: fteben, IV, 1, 290. fgg. Zusammensehung derfels ben, IV, r, 293. ihre Auf: lofung ober Berlegung, IV, 1, 32 I. fq.

Rrater, I, 406. f. Bullane.

Rreide, has Ralterde, II, XIII.

Rreisbewegung, IV, 1, 377. fgg.

ben Gefegen ber allgemet Rreife, (balones) um bie Sonne, ben Mond und die Sterne, IIF, 425. IV, 11, 56. 57. woher ihre Rreug, zuweilen erscheine ber Mand ober bie Conne in einem Rreuge, III, 428.

> Rriegegucter, III, 446. Rrippe, die, am Simmel, IV, 1, 72.

> Rrongias, III, 397. Rrummungehalbmeffer, IV.

> 11, I2. Krūmmungstreis, IV, 21. 12. Rrummjapfen, IV, 1, 319.

> Rruftall, islandifcher, war: um es alles boppeft ober vielfach zeigt, III, 264.

> Krystalle, II, 267. wie Keps ftalle überhaupt entfteben, II, 267. fegen Pole in den Theilchen ber Rorper vor: aus. II, 267. Saiztrys stalle, II, 269. ursprungs liche feche formen aller Repftalle, II, 269. Reps stallifazionewaster, II, xi, 269. 163. wie es aus ben Salzen zu treiben, II, 163. krostallinische Saize, II, 164. verwitterte Salge, II,

Rryftallinifche Saige, f. Rrys stalle.

Arustallifazionswaffer, f. Rry stalle.

Arpftallifirung des Salzes, I, 175.

Rreis, erzeugender, IV, 11, Rroftallinfe im Auge, III, 300, warum fle fo bauchig und so ungleich bicht ift, III, 307.

"Libifas benm Deftiliren, II, 319. Rugel von Glas, III. 280. . 492. Bient ale Mitrostop,

III, 495. Rulmtutren der Sterne, IV, , 1, 16. 17. der Opnne, IV,

· . 1. 16. 17.

ţ

Rulminirende Puntte bepiden .Magneten, : 1L, 40. .

Rupfer II, xvi. ill ein fehr queer Leiter ber Elettrigis - .th, I, 448. :

Rupfermaffer, I, 166. Rutbel, ihre Theorie, IV, 1, Lange ber Gestirne, IV, 1,

318. 349, Rurgichtige, III, 289, 317.

wie fie die Ferntohre eins · richten muffen, III, 443. Rutichen, wenn fie vor dem . Uppversen am meisten ger fichert find, IV, 1, 346.

Odwingen ihrer Stabifer bern, IV, 14, 361.

٤.

Labung, elettrifche, I, 415. 434. f. Blafcher geladne. Lammer, am himmel, II, Lander, ihr Abhang wird aus Landwinde und Seewinde, , dem Laufe der Fluffe er: tannt, I, 133, die boch Laugenartige Luft, II, 515. gen Lanber der Erde, I, , 210. fg. Langs, gengraphische, I., 28. . mober ... die . Benenmung Lewinen, I, 203. II. 397.

fommt, I, 29. wie mas fie aus bem Unterschiede der Zeit findet, I, 39 ihre Berechnung, IV, 1, 93 burd Mondfinflerniffe 36 bestimmt, IV, 1, 139 140. 162. 219. Schwierigfeit, fie richtigund genau burch aftronomifche Beobachuns gen ju befrimmen, IV, zz, 152. wie man fie am bes quemften auf einem Schife fe finbet, IV, 11, 152. 153.

, 58. ihre. Beranderlichkeit, IV, 1, 67. der Planeten, IV, 1, 184.

Langenabmeichung ber Spier gel, III, 228. ber Linfen, , III, 389.

Langentone, IV, 11, 352. Laminiren, II, vii.

Lampe, argandische, II, vxxx. 458. mit Brennluft, II,

Lampenmikrometer, III, 470. Lampenmifrostop, LII, 510. Landfarten, und Sestarten; I, , 32. 33. wie Landfarten gegeichnet werden, III, 187.

Landseen, I, 183.

II, 389. f. auch Wind. Laugenfalze, II, 432. 171. 134. 135. Urfachen ihrer Lava, I, 108 haucht Rabe verschiedenen Barme, II, lenfaure aus, II, 509. f. auch Buitenische Drobuts te.",

Leben ber Thiere,' ift bem " Glaben einer Roble abne lid, II, 463. Lebensluft, 11, 410. Leere, des Sople, I, 355. des Torricelli, I, 314. Leibs ner Leere, I, 433. reine des Torrecelli ist ein volls tommener Dichtlenter ber Eleftrigitat, I, 468 mars um, I, 469. in Torricele le's Etere leuchtet ber Dhos: phor nicht, II, 503. war: um etwae Baffer barin ' bas Quedfilber" fo fehr nieberbrach, II, 283. mar: um Rorper barin ertalten, Lebchtenbe Damensplage L II 122 Einfluß des feer ren Raums auf ben Rall " berRorper und bie Schwitte gungen der Pendel, IV, 11 108. warum man bar: wertes hort, IV, II, 365. fg. Leichen, Die nicht verwesen, - II, 479. 480. oder fich in eine wallrathabnfithe Mas terie vermandeln, II, 482. in Baffer verruntene Mens fchen, warum man ffe meis ftens nicht ba finbet; wo

find, IV, 11, 333." Leichtfiffig, f. Blaffige Das tecien.

fie ums Leben gefommen

Leidner Flasche, s. Flasche. Leidner Leere, f. Leere. Leinol wird mit Bleifalten

getocht, II, mver.

Leiter, ber gemeinen Elettris Midt, I, 393. der thieris

fchen werben aetheilt, in Leiter ber etften Rlaffe. trodne Leiter, Reifer (Escitatores), und ist Leiter ber zwenten Riaffe, sber feuchte Leiter (Conductores), I, 512. wie versibies ben die erstern sepa mås: fen; wenn fle fraftig reit: gen follen, I, 520. Erfet Beiter ber Eleftroficmafdie ne, wie er fepu fell I. 408. 454. 449. 1Beiter ber Barme, II, 129. wie man fie ertennt: Li. 226. Lentfrange, IV, :17 3442 460: leuchtenbe Rbever und thre Farben, III, 257. Libave rundenber Geife, II, XYIII. in den Ochail eines Ochlag: Licht, elettrifdes, I, dor. 458. 459 460: 463. 464. 467. macht oft Rigper du:chfichtig, I, 459: 2tct: facin ber ber gafvanifchen Erfdutterung ber Merven, I, 527. wie bas Licht die 'Abriper' erwärmt, II, 193. auf feine Dichte tommt ben ber Ermarmung viel an, II, 203 guiammens fahrende Licheftrablen wars men flårfer als parallele, II, 198. Sicht heißer Kör: per, II. 445. Licht ift barch die ganze Matur verbreis tet, III, 155. fein Wefen befteht in ber Bewegung,

und es fann daber eben fo

wenig, als eine Duftt,

'246. der Lidustoff ift eine w besondere Pateris, III, 156, bas Licht ift unfichts bar, III, :156. und geht in geraben Linien fort, III, 157. Lichtstrahl, III, 156. unbegreifliche Keins bett, Gefdminbigfeit:unb Dunne bes Lichts, III. 138. fg. IV, 1, 164 es · · nimim ab, ivie das Quai brat ber Entfernung jus nimmt, III, 161. . misten ... wifcen zwep. brimnenden Lichtern: ift. bie fchmachite Erleuchtung; III. 162. . das Licht wird von den Adrpeen angezogen und auracigeftogen, III, 250. es besteht and reinem nost tiven und negativen Stof: fe, von benen die Korper · den einen etwas ftårfer ans gieben als ben andern, UII, 343. Daraus entfteben bie · Farben, III. 344. Abir: rung bes Lichtes, IV, 1, 155. fgg. feine allmähliche Fortpflanzung, IV, 1, 156. 161. 164.

Lichtenbergifche Blguren, · Cieftrophor.

Lichtfarben, f. garben. Lichtlegel, III, 186. Lichtmagnete, III, 358. Lichtstoff, f. Licht. Lidtstrahl, f. Licht. Lichtverbreiten oben Phoss phor, II, 253. Linie, I, 23.

eingefogen werben, III, Linfen, ihre verfchiebene Ars ten, III, 276. thre Brenns meiten, III, 280. 282. geometrifche Brengpuntte ober Berftreuungebunfte, III. 284. Bereinigungs puotre find auch wirklich oder asometrisch, III. 285. 290. 291. müffen gehörig gentrict feyn, III, 276. : Muttelpuntte ber Linfen, 'IH, 287. 293. fie machen wirkliche oder geometrische . Bitber, III, 288. 294. wie wir durch fie fehen, III, 295. 486. 493. fg. Abweichung ber Linfen, III. 513. warum man thnen eine geringe Rrums ... mung giebt, III, 390. wie man durch sie die Größe der Brechung des Lichts finden fann, III, 394. baben verschiedne Brenns puntte fün die Barbenstrabs len, 111, 389.

Lothrobe, Beidreibung und Wirtung deffelben, viit. 449. mit fauernber Buft, II, 443. •

Lochung ber Metalle, IL, 184. Enthrecht, IV, 1, 22.

Lucida lyrae, LV, 1, 72. Luft ift famad dunteibiau, wenn fie rein ift, durch die Dunfte wird ihre Farbe heller, und fie verliert an ber : Durchfichtigfeit, 300. He of febr leicht ju verdichten, 1, 301. wird von der Barine fart auss. gedohn, I, 302. ift schwer,

I, gog. und eldfiff, L 303. the Gewick, I, 334. wie fart fie fin verbannen laft, I, 378. wie fart man fie verrichtet hat, I, 379. wie fie ber Bewes gung ber Rbeper wibers Reht, I. 980, wie ftart fie fich butch bie Betritte aus: bebne, II, rie. fag. bieß ift. fower in verfctvffenen Gefaffen ju bestimmen, IL, 113, hat einen fehr ungleichen . Bang in bet Ausdehnung, II, 89 ift bald feucht, bald trocken, II, 285. fenchte beitet die Bdrme beffer, als trodine, wieb son ber Ц, 125. Sonne nur erwärmt, wenn ste unrein ist, II, 205. erzeugt Raite durch ihre Berbannung, II., 297. wird durch die Dunfte ber Awepten Art: schwerer, IL 304. warun feuchte Enft fich fracter auszabennen · fcheint, als trockne, II, gry, fle loft bas Waffer auf, und wich von ibm aufgeloft, II, 282: vers dånnt löft fie das **Baffer** heftiger auf, als unvers dannt, II, 309. Stoß und Biderftand ber Luft, IV, 11, 315. fgg. Starte ihres Stofes, IV, 11, 330. 'Schall berfelben, IV, 11, 368, die gemeine ober ats mofpharifche Luft befeht dus fieben und zwanzigTheis fen fauernber Buft und aus

drey und ficigle Beller Stichuft, II, 425. wie Ach Lufe und Dampf me terscheiben II, 407. wie fich. Luft und Sas unter: fcheiben, II, 515. wie man verschiedene Luftæten abs fondert, II. 438. bit luft arten haben ihre form nicht vom Barmefeffe, II, 173. fq. fanfitiche fuft arten, II, 406. find per manent, Il, 408. - Bin sende Luft, H, 410. verteift bie Metalle, II, 410. 411. ift ein Befranh theil bes Baffers, II, 414 erzeugt alle Santen, II, 424. 428. wie man fitet halt, II, 440. 523. ihr Eigenfchaften, II, 443. wird von brennenden Aber pern vorfchuch, II, 44 fg. toine Flamme fans ohne fle besteben, IL 448. ift jum Beben und Athems holen der Thiere nothwen Dig, II, 463. if gefund, aber behattfam zu branchen, wird vom II + 470. Beimenben Boffer und Saamen verfcludt, II, Brennbate 471: -Bufe, f. Brennbare Luft. -Roblenfaure Luft, f. Roblenfaure. - Stid: luft, wo fie gefunden wird, II, 425. 503. iff eddelich, II, 504. Phosphor und Schwefel auf, II, 505.

Sufercienci Chiadulle Werfas , . we damit in Racklicht der . Tone, IV, 11, 356. Uspris · gens f. Luft. Luftballe, Mongolfieren und Aeroftaten, II, 490. mie fie gemacht werben, II, 490, fg. Kraft, womit fie · gehoben werden, II. 492. . : Baibe aus Geldschlagers haut und Schafbantden, II, 495. Steuerung ber d Balle in ber Luft, IL, 496. i neuefte Berbefferungen, II, 497 Lufibilder der Sohlfpiegel Lilli 23301 mas kann fie auf Mauch fallen laffen, III, 328. .... zz Luftelettrophor, I, 494. Euftenthindungsgeräthe ,. II, Bufterfcheinungen, frurige, · glangenbe und magrige, II, Enfomeffer bes Lavoister, II, 419. Lufzpumpe, ihre Befchreibung aberhaupt, I. 351. fchads i. licher Raum berfetben, L . 953. wie ste die Enfe pers .dunnt, I, 354.. kann die c Luft nie geng fortschaffen, I, 354. ihre Erfindung, I, `354. 355. 357. Slocken . her Luftpumpe, und wie fie auf dem Teller gu befes ftigen find, I, 3 5 6. englische Luftpumpen mit Bentilen anftatt ber Sahne, I, 357. Borgage biefer Pumpen, I, 358. find doch nech uns

politommen. L 358. Auch bertfon's Dumpen mit Stopfeln, I, 359. anbene Erfindungen, I, 359. Bas rometerproben, I, 360. Wirnprobe, I, 361. Pers fuche mit der Lufepumpe, I. 362. fgg. Fruchtigfeit uns er ibrer Giocle, mober ste fomme, It. 294. Zalle berem ichnellen Dumpen, 296. .. elastische Dampfe, die sich aus ver-Feuchtigs feit unter ihrer Glocke ents wickeine: II. : 312. warum. glübende Körper im leeren Raume plagen, U. 455. Luftfaure, IL 426. Euftscheibe, läßt sich laben, I, 445. Lufschermometer bes Amons. tons, U. 94. des Orebbel, П, 91. Luftennoer, II, 252. Luna, warpm fie vor Alters ale bie Gottin ber Jagb merchet worden, IV, 1, 9. Lunație, IV, 1, 78. Lunge tobtgeborner Rinder fowimme sewdhalich nicht, · I, 335. Luven, III, 493.

## M.

Mabitale, bey ihrer Berfers tigung muß man auf die Bewme feben, II, 107. Macaluba, f. Bultane. Magnefie ober Bittererbe, II, 430. ift von Mognefium

ober beiti Braunfteintbuige ju unterfcheiben, II, 441. Magnet, ein Sifenerg von befonbern Ergenfchaften, . II, 3. sieht Eifen an und hat Pole, II, 4. theilt Magnetometer, II, 26. feine Rraft bem Cifen mit, II, 4. seine Are und Abs weichung, fein Meridian und Aequator, II, 5. 6. woher feine Rraft miffeht, . II, 6. fg. bie Erdlugel ift -Mandmeter, I, 309. als Magnet angufeben, II, 12 Anziehen des Magnes ten, II, 13. er bringt in ben Rorpeen, bie er angieft, Pole hervor, II, 16. Starte des Angiehens, II, 21. 34. wird burch QBac: me und andere Urfachen geschmächt, II, 25. Pole bes Magneten, II, 29. Bewaffnung beffelben, II, 30. Flugel und Erager bes bewaffneten Dagneten, II. 31. funftliche Magneten, IL, 36 einfacher Strich, II, 40. fulminirende und Dafdinen, einfacht, IV, 4 gleichguftige Dunfte, II, 40. doppelter Strich, II, Maffen, mas darunter fu 42. wie man' ohne Bep: buife eines Magneten ben Stahl magnetifirt, II. 45. Gefdicte bes Magneten, II, ‹o. Magnetnabel, II, 4. wie fie beschaffen fenn muß, II,

gewicht bringt, II,

Magnernada der Chiffer,

II, 53. ber Reibmeffer, II, 55. Reigungenabel, II,

52.

48. Urfachen ihret Pit ritat, II, 69 die Rabeln verlieren oft thre Reaft II, 73. tonnen auch von Robalt fepn, II, 15. Maulerfarben, f. Karben. Malftrom, I, 202. 203. Mammonest: ochen follen von einem Baffel in Indofia fenn, I, 99. Mariotte, fin Berfud unb feine Mennung aber bet Oib des Gefichts, III, 304 Marmor mas man nicht mit Sauren beneben, IL 506. Mars, IV, 1, 220. teffen Aunssphäse, IV, 1, 221. Maidine, bes Parter jut Bereitung der Minaul waffer, IL, 507. des Pas pin, IL, 178. des Bert ober Stridmafdine, II, 216. (f. auch Bera) fen ermaschine, II, 406. 315. 318. 320. 327. 14 verstehen, IV, 1, 298. IV, 11, 406. Maffenmomente, IV, 11, 120. Mastitot, II, xvii. Danern, ihre Reftigfeit, II, 226. überhangenbe, IV, 1, 345. 51. wie man fie ine Gleich: Dechanit, IV, 1, 266. Thelle derfelben, IV, 1, 274 hat Gatilet's Berfuchen ihr Dhfeyn ju banten, IV, 1,

Deer'; ift nicht allenthalben gleich Hod, I, 169-171. feine Farbe, fein Leuchten Meffing, II, mvri. und fein eigenthumlich Wes Meralle, II, xv. verfchiebene wicht, I, 172. feine Sal: gigfeit, Ii 173 177 173. Eis darin, I, 179 - 182. bas faspische und tobte, i, 182. 183. fein Boben, I, 172. 184. Weifinderung ber Meerufer, I, 184-· igh i W anbeit hin unb wieder feine Bobe, I, 187 -189. Ereibhelg auf bem Meere, [, 189 190. Ebbe und Kluth, I, 191-200. (f. auch Ebbe.) hat vors bem das fefte Land bebedt, I, 72 - 74. nimmt jest t weiter weber ab noch gu, I, 168. 189.

Meerrogenbogon, III, 384. . Merfcaum, II, xiii.

Meerwaffer, II, xxix. baffeli be trintbar ju machen hat Frwing eine leichte Des thode angegeben, I, 178. 179.

M bichau, II, 337.

Menift, III, 276. hat einen wirtlichen Brennpunft,III, 283. fein Mittelpuntt, III,

Mennige, ein Bleptatt, II, XVII. 412.

Menftruum, ober Auflofunge: mittel, II, 245.

Meribian, L 23. eriter, I, 28. magnetischer, II, 6.

Mertur, IV; 1, 232. 224. fein Dutchgang burch bie Conneniabelle .. IV. . 1. 224. 296. ·

Arten, II, xvr. fg. eigents liche und Balbmeralles IL my. haben die größte eis Caenthátaltar Schwere, die fich Burche Sammermmer: -mehrt. L 261. man findet fein Gangen ober Spale ten ber Berge, I, 96. finb gute Leiter ber Elettrigttat, 1, 395. und Reiber der Merven, I, 517. metben durch die Elektrigität ver: tallt und wiederhergestellt, aber auch auf eine uns unbefannte Art in Staub voerwandelt, I, 447. Othete verfchiedener Metalle reits ... jen fraftiger, ale Stude von einerlep Metall, wenn w Duskel und Merve damit bewaffnet wird, I, 518. eble und nueble, II, 408. laffen fich verkalten, II, 408. 411. und wiederher: ftellen ober redugtren, II, 410. auch verglasen, :II, tochen bep großer 412: Dige, II., 180. werben rothgiahend und weißqias. bend, II, 184. den fcmeigen: den ift bie Maffe gefährlich, II, 220. verbrennen ober werden fauer, II, 419. die eblen haben eine geringe Berwandichaft jum Gaw restoffe, II, 412. metallis fche Salze, IL, 413. Roft ber Metalle ift ein Rait,

: II, 414. metalliche Salze verpuffen, meides qud einige Ralletbun, IL, 324. · marum Metalle oft fcherms . men, II, 217. warum tab . te fo febr erediten, II. 193. .. ibre Leitungsfähigteit, IL 136. Eigenschaft bes um geichmierten und gefchmiers Metalls in Racficht auf Reibung, IV, si, 221. Metallijde Galge, f. Mes

salie.

Metalleely, wird durch Feuchs tigleiten febr erhöht, I, 520. auch durch Berichies denheit der Metalle, L 512. 520.

Metallthermometer, II, 201. Meteore aber Lufterichemun: gen, II, 330.

Mifrometer, ben Fernrohren, III, 460. bey Mikrostos pen, III, 506. Objektive mitrometer, III, 462. Lams penmifrometer, III, 470. Scheibenmifrometer, III, Methode, Mitros meter m profen, IV. 1. 24.

Mitrostape, einfache, III, 490. ihre Beigrößegung und the Gesichtsfeld, III, 491. 493. Jusammenge: sekte, III., 497. fg. mit farbenlosem Amaenalafe, III, 500. mit einem Sammlungsglaft, ш. 501. ihre Bergrößerung und ihr Gesichtefeld, III. 501. Erleuchtung tet Bes genftande, III, 502. mit

· doppeltem Objettive, FIL 502. and mehreren Aus genglafern, III, 503. Con: nenmifrostep, III, 507. Lampenmitroftop, III, 5:0. Mitroflevifde Bergroßerung.

III, 489. Mildfrage, IV, 1, 73. wore

aus fie befteht, IV, 1, 261. es giebt beren mehrere, IV. 1, 261.

Mildender und bellet Ganre IL xxvii.

Mineralaltali, II, 429. Mineralwaffer, I. 166. taufte liches, II, 507.

Mifdung, mechanifde, II. 222. ift grube, IL, 257.

Mignietel, II, xxxx. Minag, mittlerer, IV, 1, 59.

wahrer, IV, 1, 60.

Mittagsebene, I, 19. IV, x, 13.

Mittagefreis, I, 22. Mittagelinie, L. 18. Dethoe de, thre Lage su bestims men, IV, 1, 17. 21.

Mittagsseite, IV, 1, 20. Mittel, III, 258.

magnetifcher. Mittefpunkt, II, 30. Mittelpunkt der Rrafte, IV, 1, 374. der Maffe ben himmlifchen Rotpern, IV, 11, 37. Des Stofes, IV, 11, 121. 125. fag. des Spiegels, III, 219. ber Linfe, III, 287. det Krummung ben beiden, III, 219. 276. Mittelfalge, II, 422.

Mittheilung ber Barme und ibre Gefche, II, 118.

Möster, thre Labung, IV, 1, -370. fg.

t

ļ

Moliafford, IV, 11, 340. Moment einer Kraft, IV, 13, 310. Momente ber Maßten, IV, 11, 120.

Monat, gemeiner Begriff besselben, IV, 1, 8. 10. periodischet, IV, 1, 82. synodischer, IV, 1, 82. anos malistischer, IV, 1, 105.

Mond, ift der Erde bald naher, bald weiter von ihr, I, 194. fein Einfluß anf bie Eintheilung ber Beit, IV, 1, 8. 10. Sauptvers anderungen in beffen Ges falt, IV, x, 91 beffen Bes wegung, IV, 1, 75. voller, IV, 1, 76. beffen lettes Biertel, IV, 1, 77. abnehs mender, junehmender, IV, 1, 77. deffen erftes Biertel, IV, 1, 77. ift ein dunfler Rorper, und wird von ber Sonne erleuchtet, IV, 1, 79. jum Theil auch von ber Erde, IV, 2, 79. ift ein tugelformiger Rorper, IV, 1, 80. seine Oberfids de und feine Große mit " ber Erbe verglichen, IV, 1, 97. wie fart er von ber Erbe erleuchtet wird, IV, 1, 97. feine Entfers nung von der Erbe, IV, 1, 98. fein Durchmeffer, IV, 1, 102. Unregelmäs Bigfeit feiner Bemegung IV, 1, 104. Ochwierigs feit ber Berechnung feines Laufs, IV, 2, 209. fleden

beffelben, IV, 1, 106. 109. breht fich um fich feibft her: um, IV, 1, 106. Schwans ten deffelben, IV, 1, 107. tägliches, IV, 1, 112. fein Schwanten in Die Breite, IV, 1, 113. in bie Lange, IV, 1, 114. Ungleichheis ten feiner Stache, IV, 1, 108. Berge barin, IV, 1, 108. Methode, ihre Sohe gu beftimmen, IV, 1, 116. Bertiefungen barin, IV, 1, 209: Methode thre Ties fe gu bestimmen, IV; 1, 116. Bulfane barin, IV, 1, 109. 149. ber Wond ift mit Luft umgeben, IV, 1, 110. Bafferanfamme lungen darin, IV, 1, 110. feine Oberflache ift bbe und unfruchtbar, IV, 1, 111. Gefdwindigfeit feiner Bes wegung, IV, 1, 134. helfe blivende Punkte in der fdmargen Mondfcheibe ben totalen Sennenfinfternife fen, IV, 1, 148. Maffe, des Mondes, IV, zr, 35. feine Dichtigfeit, IV, 11, 35. Schwere auf ihm, IV, 11, 36. Theorie feines Laufs, IV, 11, 41. fgg. 50. fag. Einwirtung deffelben auf Atmosphare und unfere aufs Barometer, IV, 11, 77.

Monbfinsternis, IV, 1, 128.
fg. partiale, totale ober ganzliche, zentrale, IV, 1, 131. ohne Dauer, mit eis mer Dauer, IV, 1, 131.

Erfceinungen des verfins ferten Mondes, IV, 1, 137. 138. Mondjahr, IV, 1, 9. 83. Mondfarten, IV, 1, 106. Mondlicht, wie befchaffen, IV, 1, 111. ist 300000 Mal ichwächer, als bas Connenticht, III, 170. Mondsbrache, IV, 1, 78. Mondtafeln, Maierische, ibre Benauigfeit, IV, 11, 153. Mondwechfel, IV, 1, 78. Monochord, IV, 11, 342: Montgelfiere, II, 490. Motgenrothe, I, 43. wie sie entsteht, III, 345. Morgenftern, IV, 1, 223. Morgenweite, IV, 1, 15. Muhlraber, ihre Zahne find epizytloidisch gefrümmt, IV, 11, 103. unterschläch: tige, IV, 11, 310. fgg. Murbe, piele fejte Rorper fönnen márbe gemacht werben, U. vii. Muffel, II, vill. Mumien, II, 478. Muschein und Schalenthiere finden fich nebst andern Reften bes Weeres in uns glaublicher Menge in ber Erbe, I, 68. fg. Dufit, Grund aller ihrer Regein, IV, 11, 386. 389. fg. Urfache unfers Bergnu: gens daben, IV, 11, 390. Musingold, II, xviii. Mustein, IV, 1, 316. was Dag merden, woher et fommt, fie find, I, 508. tonnen bewaffnet werden, I, 517. Buden, wenn ihre Merven Raturlehre, ihr Begriff, I. 1.

gereizt werben, I, 507. die Derven bringen biefe Buckungen berver, I, 510. Mussons, II, 387. f. and Bind. Drutbologie ber Alten, größ: tentheils nur eine in Fabela gehalte Aftronomie und Dopat, IV, 1, 74, 207.

N.

Nachhall, IV, 11, 383. Macht, Unterfchied der Radt und des Tages auf der Erde, I, 47. unter best Polen dauert fie ein halbes Jahr, I, 49. Machtfernrobt, III, 451. Rachtgleichen, I, 47. warun um die Beit berfelben bit Mordlichter und die Still me so haufig find, II. 76. 399. Puntte ber Radt gleichen, IV, 1, 46. ift Núckgang, IV, 1, 68. wer um fie fich tudmatts ber wegen, IV, 1, 152. Bots rücken der Nachtgleichen, IV, 1, 79. wodurch es ber wirft wird, IV, 11, 79. fq. Madir, IV, 1, 22. Rabenabeln, magnetifirte, ihr Sehrauch, II, 13. Maphtha, I, 167. II, 457. II, 215. Matrum, U, 433.

Mebel, find in Balten Lang Meinungeminkel; III, 265. bern und falten Jahrees seiten haufig, 11, 338. 339. find elettrifirt, II, 340. steigen ober fallen, wenn fie ibre Eleftrizität verlies ren, II, 341. 342. unger wohnliche Debel, II, 344. Rebeiflecken, am himmel,

IV, 1, 73. worans fie be: fteben, IV, 1, 261. 262.

Mebeliterne, IV, 1, 73. Mebelftreifen, II, 369. 370. Mebengegenden bes Simmels, ihre Benennungen, I, 20. Mebenmonde, f. Mebenfons

nen. Rebenplaneten, IV, 1, 167. Bebenfennen und Debenmons be, unter melden Umftans den fie gawohnlich erschei: nen, III, 431. fa. fie ent: des Lichts von gefrornen-Dunften, III, 432. befons bere Art von Debenfonne, IIL, 433.

Mebentone, harmonische, IV, 11, 385. fg. unharmonte sche, IV, 11, 389.

Meigung ber Magnetnabel, 11, 6. bleibt giemlich bes Randig, II, 62. fonderbare Erfcheinung, die von ber Reigung ber Maduetnabel abhangt, II, 63. Reigung der Djanetenbahn, IV. 1. 183.

Meigungstompaß, II, 58. Meigungsnadel, II, 58 wie men bep ihr die Reibung vermindert, IV, zi, 213.

Merven, was fie find, I, 508. tonanen bewaffnet werben, L 417. werden durch eis nige Rorper gereigt, T, 51 I; und verurfachen ale bann Zuckungen in den Duftein, I, 510.

Merveumaterie, ift mit ber elettrischen einerley, I, 506. 530.

Mebhaut im Auge, ift ber Sis des Gesichts, III, 305. ibre ungemeine Ems pfindlichkeit, III, 320. hat in ber Mitte ein feines Loch, III, 300.

Meulicht, IV, 1, 77. Meumond, IV, 1, 77. Meus mond und Bollmond vers urfact die Springflutben, L 192.

ften aus der Burudwerfung Dewton, beffen garbenbild, III, 324. fein Teleftop, III, 464. Bergroferung beffelben, III, 465. Bei fichtsfeld, Belligteit beffels ben, III, 46%. Deutlichs teis beffelben, III, 467. Berbaluniffe ber Breiten und Grennweiten ber pier gel in guten newtonischen Telestopen, III, 467 474. Pericelifche Teleftupe, III, 468 469. Sucher des Ter leftops, III, 469. Borgus ge bes Memtonufchen Eer lestops, III, 473. Dews ton's Entbedungen in ber Wechanik und physichen Aftronomie, IV, 1, 266. f. auch Euler.

Michtleiter bet gemeinen Clef: Morbpol, I, 23. IV, 1, 12. i teizität. T. 393. ber thier vifchen Eleftrizuat, I, 511. ber Barme, II, 139. Michel, II, xxxxx. Riederfchläge, f. Riederfchlas gung. Miederschlagung, II, 261. fofte Dieberfcblage haben oft febr regelmäßige Be: ffalten, II, 267. ein Rahm, II, 261. Rieberfchlagung ber erften und zwenten Art,

322. Miebrigungen, ein Probutt der Rluffe, I, 78. 153. find febr fruchtbar, I, 153. 154 und an allen großen Fluffen nabe bepm Deere, . I, 153. muffen in taiten Landern, wenn fle groß find, eingedammt werben, ` I, 154.

· absolute und relative, II,

Brivelliren, I, 131. Morden, eine Sauptgegend, I, 19. Nordoft, Mordweft, Merbnordoft, Mordnords west, u. f. w. I, 20, 21. Mordicht, II, 74. entfleht sum Theil aus gefrornen Dunften, II, 77: ber Quell feines Lichts ift elettrifc. II, 78. in bannen, mit Polen versehenen, elektris firten Danften, II. 79. Einfluß deffelben auf Die Magnetnadel, II. 80. hat oft Bolten jur goine, II, 371. waruth deffen Strabs. - len fich ju frümmen scheis nen, III, 104. ŧ

bes Magnets, IL, c. und ber Atmofphare ber Erte, II, 70. Morbseite, IV, 1, 20. Mordwinde und Rechwelt winde etheben bas Baru meter, II, 403. Mormal IV, 11, 14. Mormaltraft, IV., 11, 24. Normaltemperatur, IV, 1, 53.

Oberfidde füffger Materiet

ift nie eben, fondern ethat ben oder hobl II, 242. Objettive ober Borberglaff, III, 437. Objettivmifrometer, III, 462. Ochsenauge, I, 294. II, 362. Deffnung ber Linfen bep ben optifchen Bertzeugen, III, 448- 457-Dele, find Michtleiter ber Eleft trigitat, I, 395. 511. ttl ten vom Schiffbruche, I, 281. entgunden fich oft, wenn fle aufgeloft merben, II, 250 252. laffen fich mit Baffer nicht ibiden, II, 219. wie fie toden, II, 180. etheben fich in ben Dachten, II, 240. deherische, II, x. xxix. fette, II, xxviii. beenglis the ober emppreumatifas

II, xi, xxix, fi-

Ofen,

Dien, ein fchmater heißt beft Oscillation, f. Schwingung. 451. Bindofen, Gebias: , II, vizi. Kapellofen, Reverberirofen, II, viu. Oht, menfchilches, anatos mifche Befchreibung beffeli ben, IV, 11, 398. fgg. Oftave, IV, 11, 344. Otular ober Augenglas, III., J. 1844 M. 5 437. Oleum tartari per deli- Papturp darin fann man quium, erhöht ben thierb fchen Reig, I, 510. Ombrometer, I, 296. Operment, II, xx111. Opernguder, III, 446. -Optum; schwächt dem thies · rifchen **M**riz, I, 510. Oppositio, im aftrensmis fcen Sinne, IV, 1, 78. Optil, III, 158. Optische Wissenschaften, III, 158. Organifche Materie, baraus find Thiere und Pfangen gebaut, I. 206. 207. findet fich in allen Baffern, L 208. befteht aus Sticffeff und Rohlenstoff, II, 434. tommt aus ber Luft ins Baffer, II, 434. . 32 Orgel, Theorie threv Tone, IV, 11, 352. fg. Ortane, II, 394. f. auch Bind. Ottery, IV, 1, 265. Ort, vortheilhaftester bes Aus ges ben optischen Bertzeut gen, III, 439. 447. Ort Parallelfaden, IV, 1, 26. per, IV, 1, 267. fg. Dube Maturl. 4. 26. 9. With.

fer, als ein breiter, II, Often, eine hauptgegend, I, . 20. Ospunst, IV, 1, 15. Oftwind, allgemeiner, wie er entelteht, II., 384. schwacher vot Sonnenaufgang, II, 394.

Publicium, IV, 1, 72. Baffer tochen, II, 175. wird bardfichtiger, wenn man es mit Oel ober Bass " fee cidnet, III, 157. Papinische Maschine, Papir nischer Topf, II, 178. Parabofische Spiegel, III, 217. 469. parabolifche Cheorie fchief geworfener Rorpet, IV, 1, 369. Parallattifche Mafchinen, IV. 1, 28. parallattifche Rechs nungen, ihre Unficherheit, IV, 18, 147. parallaktischer Mintel', IV , 1, 87. bet Sterne, IV, 1, 40. Parallage, III, 207. IV, 1, 87. aquatorische, IV, 1, 94. mittlere aquatorifche des Mondes, IV, 1, 96. ber Sterne, IV, 1, 40. der 🗫 bbahn oder jährliche, IV, 1, 154. 184. dee Sonne, IV, 1, 98. Mits tel, die Parallage der Sons ne qu bestimmen, IV, 1, 229. 237. der fich bewegenden Kors Parallektreife, I, 29. ihre Chenen, I, 51. Paralleli

treife bes himmele, IV, 1, 13. der Erde, IV, 1, 13. Parterische Maschine, II, 507.

Passatwinde ober allgemeine Oftwinde, II, 385. s. auch Wind.

Paute, Theorie ihrer Tone, IV, 11, 357.

Dechbiende, II, xxiv. Dendel, Theorie beffeiben, IV, 11, 105. fg. einfaches, IV, 11, 105. fg. beffen gange, IV, 11, 105. zufammens gefehtes, IV, 11, 110. 115. deffen Lange, IV, 11, 111. 116. 120. roftformiges, IV, 11, 139. fg. von Glas oder Gold IV, 11, 140. fa. unveranderliche Dens bel, IV, 11, 159. Pendel, die fich tegelartig bewegen, IV, 1, 383. wie das Pens del beschaffen fepn muß, wenn es recht beweglich fepn foll, IV, 11, 230.

Pendeluhren, ihre Beschaf; fenheit und Theorie, VI,11, 129. fgg, 133. fgg. Einsluß der Wärme auf sie, II, 208. welche Zeit sie gewöhnlich zeigen, IV, 1. 59. 61. Ers forderniß derselben, IV, 1, 61. auf Schiffen unbranch bar, IV, 11, 151.

Perien, das Perien gegobres ner Setrante fomme von ber Roblensaure, II, 512. Perpetuum mobile, ein Unding, IV, 11, 98.

Perfpettiv, nach den Regein biefer Biffenfchaft werben die Landfarten gezeichnet, T. 32. gehört zu den optischen Wiffenschaften, 111, 186. Perspettive oder Guetter III, 446.

Pfannenstein, II, 507.
Pfeifen, Theorie ihrer Tone,
IV, 11, 352. fgg. gedecks
te, IV, 11, 353.

Pferd, weiches Gewicht es aus der Tiefe ohne über: mäßige Anstrengung aust ziehen kann, IV, 11, 238. Pflanzen, nähren sich von orz gantscher Materie, I, 207. 208. hauchen im Lichte säuernde Luft, und im Schatten Kohlenstoff, und Sticktoff, aus, II, 442. wie ihr Saft aussteigt, 11, 240. man muß sie nicht in Schlafzimmern leiden, II, 468.

Phafen ber Planeten, IV, 1,

Phases, IV, 1, 78. Phiole, II, 1x.

Phosphor ober Lichtverbreit ter des Runtel, ist ein einfacher Grundftoff, II, 253. wird in ben Knochen der Thiere gefunden, II, 253. brennt auf eine dompels te Art, II, 255. Urfache feis nes Brennens, II, 255. giebt, indem er verbrennt, Phosphorfaure, II, 424. verschluck die fauernde 'Luft gang, indem er vers brennt, II, 445. wird von von der brennbaren Buft aufgeloft, II, 472. auch

. von fänernber Luft unb von Stickluft, II, 505. leuchtet auch ben ber Ralte in einem Gemifche von fäuernder Luft und von Stidluft; in reiner faur. ernder Luft' aber nur ben einer Barme von wenigs ftens zwey und zwanzig · Graden, II, 503. verschluckt, befonders wenn er langs fam verbrennt, oft nicht alle fauernbe Luft, II, 503. phosphorichte Brennluft, und gephosphorte Brenn, luft, ihr Unterschied, II, 503. Phoephor schlägt den Roblenftoff aus den milden Altalien nieder, U,

Phosphor bes Canton, III, 358.

Phosphorichte Brennluft, f. Phosphor oder Lichtveri breiter bes Runtel.

Photometer, bes Grafen Rumford, III, 165. bes Bouguer, III, 169.

Photometrie, III, 163.

Photometrifde Berfuche, wie fle ju machen find, III, Planetenmafchinen, IV, 1, 166. fg.

Photosphare ber Sonne, IV, I, 123.

Phyfit, Maturlehre, Begriff derfelben, I, 1.

Pigmente, f. Farben.

Diftole, elettrifche, II, 488. Ditet, beffen getrammte Robs

re, IV, 11, 336.

Planeten, IV, 1, 78. Grund biefer Benennung, IV, 1, Plejades, IV, 1, 72.

153. find, wie ihre Tras banten, duntle Körper, und gehören jum Spfter me der Sonne, IV, 1, 167. Mertwardigfeiten derfelben, IV, 1, 167. fgg. thr Berhaltniß jum Sons nenfuftem, IV, 1, 258. ihre Bewegung um bie Sonne, IV, 11, 3. fgg. elliptifche Form ihrer Bahs nen, IV, 11, 10. ihre Bes wegung um die Sonne, verglichen mit bem Monde: laufe um die Erde, IV, 12, 55. find Afterfugeln, und warum, IV, 11, 169. was ren im Anfange burchaus flaffig, aber menigstens weich, IV, 11, 169. ihre mahre Beftalt laßt fic nicht durch die Theorie bes flimmen, IV, 11, 176. thre Bewegung, IV, 11, 202. was ren mahricheinlich ehebem Theile der Sonne, IV, 12, 203. wurden aber nicht burch einen Rometen bas von abgerissen, IV, 11. 203.

265.

Planetelabium, IV, 1, 219. 265.

Planiglobien, IV, 1, 264. Planifpharen, IV, 1, 265.

Platina, II, xvi. das schwers fte Metall, I, 261.

Platen, f. verpuffen.

Plagfagelden, I, 230.

Dnevmatifd : demifdes Bes rathe, II, 436. Potal, elettrifcher, I, 433. Dolaritat, II, 5. einige Kor: per haben Polaritat, unb gieben tein Eifen an, II, 15. 19. fg. Polartreise, I, 60. des hims mele, IV, 1, 58. Polarfiern, IV, 1, 12. 72. Entfernung beffelben vom Mordvole veranderlich, IV. 1, 69. nicht immer ein und derfelbe Polarftern, IV, 1, 69. Pole der Erde, I, 22. IV, 1, 13. elettrifche bes Turmaline, I, 473. bee Magner ten, II, 4. 14. der Atmos sphare der Erde, II, 70. der Theilchen der Körper und des Wassers, II, 267. des himmels, IV, 1, 12. 13. Polemoftop, III, 446. Polhohe eines Ortes, wie fie am leichteften gefunben wetben fann, IV, 1, 18. Bichtigfeit der Beobachs tung der Polbobe, IV, 1, 1 S. Polpeder, III, 275. Poren der Körper, IV, 11, 405. 406. Doteng in der Mechanif, IV. 1, 307. Pottafche, enthalt Gemaches altali, IL, 246. 172. Poppolanerde, 1, 111. Priizmetal, II, xvii. Prisma, fein Brechungswins Puntt ber größten Bietung, tel IH, 325. seine vorr

thellhaftefte Lage, TII, 326. warum, indem man es breht, bas Sennenbild fleigt ober heruntergeht, III, 328. fg. wie man burch daffelbe bie Grofie der Brechung des Liches finden fann, III, 331. Memton's Rarbenverfuce mit dem Prisma, III, 336. warum bas Prisma zu diefen Berfuchen vorzäglich gefdidt ift, III, 341. fars bige Rander ber Sachen, die man durch bas Prisma Reht, III, 341. Probiruhren, wogn fie bienen, und welche Beit fie gergen, IV, 1, 61. Produtte bes feuers, II, xir. Proflus, fein Brennfpiegel, II, 200. Ptolemaue, beffen Beltorbe nung, IV, 1, 153. Pulver, gefarbte, in welche die Metalle burch ben elete trifden Funken verwandelt werden, I, 447. gelbes ober braunes nach Gewit: tern ober einer ftarten Luft: elettrizität, I, 472. II, 397. 349. Schiefpulver angus junden, I, 443. Dulvermublen, II, 192. Pumpen, gemeine, I, 340. Luftpumpen, I, 351. fchabe licher Raum in den gemeis nen Pumpen, I, 343 und den Luftpumpen, L tn 353€ IV, '11, 128.

Puntte, tulminirende, ober Puntte der größten Star: te, und Puntie ber Gleich: gultigfeit, II, 40. fefte Duntte der Thermometer, II, 94. fg. der Spgromes ter, IL, 287. fg.

Pappen, schinesische, IV, 1, 348-

Pprometer, des Mufichens broet, II, 104. des Wedge weed, II, 102.

Oprophor ober Luftzunder bes homberg, II, 254.

Quabrant, jur Deffung der Weschwindigfeit des Waf: fere, IV, 11, 334. meffin: gepe Quadranten mit eie nem Fernrohre, IV, 1, 16. Quadrantenelettrometer, I, Quarte, IV, 11, 344. Quedfilber, II. xx. eigen:

. thumliche Odwere beffels ben, I, 267. ift ein Leiter ber gemeinen und ber thies rifchen Eleftrigitat, I, 395. 511. muß in der Baros meterröhre getocht werden, I, 315. läßt fich febr leicht verfalten, II, 409. und auch leicht wiederherstellen, Ralte, II, 110. sein Ros chen, II, 180. und Destil liren, II, xt. feine Aues behnung burch bie Barme, Rabital ber Cauren, II, 111. woran man reines

Queffilber ertennt, II. 85. wie man es reinigt, II, 85. friert ben zwen und brens fig frangofifchen Graben, II, 110. versußtes Quecks filber, II, xxi. Quecffilbergerathe, II, 438. Quecffilbertalt, fcwarzer und rother, II, xx. 86. 410. giebt viele fäuernde Luft, II, 440. Quellen, entfichen aus atmor fpharischem Baffer, I, 162. tommen aus unterirbifden Behaltern im Geegrunde, I, 161. 162. Sauptquelr len der Fluffe an Bergen, I, 163. 164. wo die mei: ften Quellen find, I, 164. einige besonbere Eigen: fchaften der Quellen, I, 165. falgige, faure, beife Quels len u. f. w. I, 165. 166. intermittirende, I, 165. 330. auf ben Bergen gies hen bas Wasser nicht von unten herauf, II, 241. woher es entsteht, II, 329. tommen von den Wolten,

A.

der Quellen, II, 329.

Quinte, IV, 11, 344.

II, 346. das Murmeln

II, 410. friert in großer Rad mit der Belle, beffen Theorie, IV, 1, 316. 320. Theorie der Rader, IV, 1, 320.

Madlinie, IV, II, 98. fgg. 112. 131. 135. 139. ges meine, IV, 11, 103. 215. Regen, FI, 347. ftutte ber andere Arten berfeiben, IV, 11, 203. Maucherfergen, verbrennt auf Soly, nicht auf Stein, II, 137.

Mauchern bes Bleifches, II, 481.

Mahm, (Cremor) II, 261. von Beinftein, II, xxv. Mateten, warum fle auffteis

gen, IV, 11, 298.

ber Luft, nachbem er eis genthamlich leichter ober schweret ift, I, 304. wor: aus er befteht, II, 446. bes warmen Baffers u. f. w. in fatter Luft, II, 278. ber Biefen und Baffer, II, 339. des tochenden Baffers, II, 279.

Raum, luftleerer, I, 314. 355. 433. (f. auch Berre) · schädlicher in gemeinen · Pumpen, I, 343. und in Luftpumpen, I, 353. wie ber Begriff vom Raume in une entfteht, IV, 1, 267. Raupensáure, II, xxvii.

Raufden der Riuffe und Bas de, II, 329. Rauschgelb, II, xxiii.

Rautenglas, III, 275. Meaumur und feine Therms:

meter, II. 94. Rechtlaufige Bewegung himm:

lifcher Rorper, IV, 1, 163. Reduktion ber Metalle burch leuchtende Sige, II, 410.

II, 412. hetben Lanber, I, 297. II, 353. 367. große Eropfen beffelben, II, 378. Beiden eines anhaltenden Rigene, II, 380. warum et in manchen Landern nur bes Nachts regnet, II, 375. gebirgige . Lander haben mehr Regen, als flade, II,

376. verurfacht oft Bind.

burch brennbare Rbepa,

II, 291.

Rauch, fleigt ober fallt in Regenbogen, de juck von Mewton vollständig erflärt worden, III, 369. Bafud bes de Dominis, III, 369. Geflarung beffelben, III, 370. fgg. Anmendung auf ben Sauptregenbogen, III, 376. fgg. wie der gwerft Regenbogen entfieht, III, 378. umflanbliche Erfili rung beffelben, III, 379. fg. 381. Regenbagen ber Bafferfälle, III, 381. ber bethauten Biefen und bet Meereswellen, III, 383. fonderbarer Rebente: genbogen, III, 385. Et: flarung beffelben, III, 385. fg.

Regenmeffer, I, 296. Regulus, am Dimmel, IV, 1, 72.

Reibezeug ber Elettrifirma: fchine, wie es am beffen einzurichten ift, I, 453. Reibung, IL, 188. erjeugt Barme, II, 188. Theorie bet Reibung, IV, 11, 210.

fag. bie Reibung! if von Refina, f. Blebhaut: boppelter Art, IV, 11, 210. ber Rube, bet Bewegung, · IV, 12, 221. fgg. bie mah: ren Urfachen ihrer vers fcblebenen Erfcheinungen find uns größten Theils unbefannt, IV, 11, 226. **HISTORY OF STATE** und Mothwendigfeit der Reis · bung, IV, 11, 227. Bers minberung bes Moments berfeiben, IV, 11, 228. Reibungemeffer, IV, 11, 218. Meif ift ein gefrorner Thau, · II, 336. erfáltet die Kör: per ben flaret Luft, II. 338. der Thau thut daffelbe, Il, 331. aber nicht der weiße Broft, II, 344. Retfe, ben einer Retfe um die gange Erdfugel gewinnt oder verliert man immer einen Lag, I, 40. Reifebarometer, I, 316. Reifeeleftrometer, I, 482. Reifblei, II, xxiv. ein gutet Leiter ber Mervenmaterie, 1, 519. Meis bet Merven, erzeugt Bus fammengiehung in Mustein, I, 508. welche · Rorper vorzäglich reißen, I, 512. wie fie verbunden werben muffen, um noch ftarter ju reigen, I, 519. Meigharteit ift ber Mustels fafer, auch ohne Buthun ber Merven, eigen, I, 508. Reftifigiren, II, x. Refonangboden, fein Rugen, Rolle, ihre Theorie, IV, 1, IV, 11, 388. fg.

Retorte, II, ix. 411. Reverberirofen, f. Ofen. . Rhumb, I, 21. Richmannische Regel, II, · · · I 18. Betfuche jur Beflime mung ber" Leifungefähigs feit ber Detalle, II, 133. Michtung der Bewegung, IV, 1, 271. Richtungslinie ber Schwere, IV, 1,.342. Riegel, IV, 1, 72. Ring, (Halo) ober Rreis um die Sonne und den Mond, III, 425. Ringe, elettrifche, auf ben Metallen, I, 450. Ringtugein, IV, 1, 264. Rochen, elektrischer, ober 346 terrochen, I, 500. Rohren, vereinigte, I, 237. Robren des Torricelli, I, 311. warum fich aus bem in Robren fliegenden Bafs fer so viele Luft absondert, II, 329. Röhren von Gold, Glas, Silber, Thon, Port jellan u. f. w., wenn fie nur bid genug und ohne Riffe find, verandern den Wasserbampf nicht, II, 421. oben verfchiofine glas ferne Rohren , ihr Klang über angegandeter brenns barer Luft, IV, 11, 356. Momer, beffen Beobachtungen die allmähliche Fortpffans . gung bes Lichts betreffenb, IV, 1, 156. 163. 316, 320.

414, ift ein Dichtleiter, L. 395. Rogier, beffen ungläckliche Luftreise, II. 495. Rucklaufige Bemegung himms ufder Rorper, LV, 1, 163. . Rug, ein guter Richtlater ber Barme, II, 138. feine Bestandtheile, II, 447. Ruffifches Glas, gelabnes, f, Rlafche.

Sage, wie fie wirft, IV, 11, 126. warum ihre Bahne gebogen werben, II, 107. Sattigung, wenn bas Baf: fer mit Salg gefattigt ift, I, 275. Sattigung unb Sattigungspuntt eines jer den Magneten, II, 38. der Auflofungemittel, II, Sättigungspunkt, f. Sättis

gung.

Sauernde Luft, II, 410. s. Luft.

Sauren, mineralifche, leiten : die Elettrigität am beften unter allen Bluffigkeiten, I, 396. wie die Gauren entstehen, II, 424. vieler: len Arten berfelben ,. II, 217. 428. ihrel: Berbin: bungen mit anbern Sors pern, II, 429. 430. 'bons' nische, II, xxv.

Roft bep Metalle, II. nin, Baineftaffi II, 410. beffen großer Einfluß auf Farben leuchtenber und dunkler Rorper, III, 357. 350. fo. befondere ber Den talle, III, 352, fg. unb ber Dfangen, beren Kar: ben er vertilgt, wenn er sich in ihnen sehr steet an: bauft, III, 354. fg. Gau: restoss, ein Clement, IV. 11, 405.

Saft der Offangen, wie er aufsteigt, II, 240.

Saiten, gespannte, Theorie threr Schwingungen, IV. 11, 340. fgg. wasum fie tonen, IV, 11, 341.

Salmiat, IL, 433. Soliniatgeist, II, 515.

Salpeter, mieer erzeugt wirb, II., 431. giebt fauernde Luft, II. 441. verpufft, 11, 453. erfähret weniger, als Rochfell II, 162.

Saipetergas, II, 530. 531. Balpeterfäure, wie fie ent Reht, II, 427. 428. barch die Kaulnis erzeugt, II., 482. vollfommene und un: vollfommene Calveterfau: .. te, II, 530. 531.

Sale bes Berthollet, II, 523. Salz, gemeines ober Ruchens falg, ist ein Produkt des Meetes, L. 177. beforbert in geringer Menge bie .. gaulnis, I, 178. wie man os and bem Weere bereiter. I, 175.

gentrirte, II, 250. orga: Salze, II, 431. erniebrigen den Sispuntt des Baffers,

. II, 261, zerfehen fich in ber Raite, II, 266, erhit: Schall, mas er ift, I, 384. ... gen fich bepm Rruftallifts .. , ren, II, 266. metallifche, II, 418. (f. and Wefalle) Laugenfalle unb i faure, Dittelfalge, II. 433. Salztrystalle, f. Rrystalle, Galifaire, II, 428, 1520. Maufglen, II, xiii. Sand, aufgeschwemmter., I, 95. 4 ... Sandbad, II, vin. Sandschichten, I, 81. 83. Bandfteine, I, 81. 83. Sqros, IV, 1, 139. .. Saturn, IV, 1, 209. beffen Atmosphäve, IV, 1, 209. dessen Ring, IV, 1, 210. berfelbe beffeht aus zwen Reifen, IV, 1, 212. baffen Erabanten, IV, 1, 213. . Berfinsterungen seiner Eras banten, IV, 1, 167. beffen Maffe; IV, zi, 34. deffen Dichtigfeit, IV, it, 85. · Sowere auf ihm, IV, 12, 36. warum er mehrere Traban:

.. IV, 11, 204. Saturnolabium, IV, 1, 219. Sauerampffauge, II, xxv. Sauerbrunnen, I, 166. fanfte

ten hat, IV, 11, 203. wie

fich fein Ring gebildet bat,

licher, II. 507.

Sauerticefal, II, xxv. 270. Saugen, mit dem Munde, I,

Saugwert, I, 342. wirb oft . mit einem Druckwerte vers bunden, I, 343. Scaphander, I, 255...

Schalenthiere, f. Dufchein. IV, 11, 364. feine War fdmindigteit, I, 385. fgg. geht burch fefte Rorper, I, 388. 389. immer nach ges raden Linien, I, 390. aber burd , teinen luftleeren Raum I, 370. (f. auch Leere) werftartt fich in bich ter Luft, I, 371. was fes der , Schall vorausfebe, IV, 11, 341. Theorie bef: felben, IV, 11, 364. fgg. feine Fortpflangung, IV, 11, 371. fgg. 396. wird in der Luft nach benfelben Befegen jurudgeworfen, als bas Licht, IV, 11, 379. fg. Stärke und Berfchiedens heit deffelben, IV, 11, 392.

fgg. Schatten, wie man ihre Stare te vergleicht, III, 164. Rernichatten, Schlagichats schatten, Balbschatten, III, 175. fg. wie man aus der Lange der Schatten Sounenbobe findet, III, 178. Größe der Palbicati ten, III, 179 fg. Schats ten ber Erbfugel, III, 182. 190. IV, 1, 128. 129. gefarbte Schatten, **136.** III, 417. ihre Farben ger boren ju den jufalligen Karben, III, 419. verschies Bepfpiele Schatten, III, 419. fgg. fdinefifde Ochatten, III,

Schattenbilder, III, 185.

· IV, 11, 310. 312. Schaum bes Baffere, ift un: durchfichtig, III, 257. Schaum von Seife sber (Mild spielt unt Farben, III, 365.

Odeibenmafdine, elettrifche, I, 452.

Scheibenmifrometer, HI, 471.

Scheidekunst, II. vzr.

Scheidemaffer, II, 428. 246. Schein, gebritter, gevierter, gefechster, IV, 1, 79.

Scheitelfreis, erfter, IV, 1,

Scheitelpunkt ober Zenith, I, . 51.

Schichten und Banke von Mufcheln, L 73. 74. und .. Erden, I, 79.

Ochiefer mit Abdruden von "Fischen und Pflanzen, I, .! 76. ·

Ochielen, waher es kommt, III, 212,

Schiefipulver, II, 454. wird durch bief Gleftrigitat ents "ginbet, I, 443. wie man es probiren tann, II, 162. wie man ben Somefel darin ausbrennen tann, 11, 459.

Odiffe, wie man verfandete flott macht, I, 255. wenn fle im Baffer am fefteften ftehen, IV, 1, 346. wie ' fie auf bem Meere burch ben Wind fortgetrieben werben, IV, 11, 330.

Schanfeln ber Miblichber, Schlag, elettrifder, I, 424. feine Birfungen, I. 438. 442 448 449. muß 5co Rranten gar nicht ober nur schr schwach und fels ten gebrancht werden, I, 488. Ochlag ber Bitterfis fche, I, jor.

Schlagschatten, f. Schatten. Schleim, schwarzer, fehlt ben 👊 Mbinos, III, 316.

Schleufen, warum fie in Dams men nothwendig find, I, 154.

Shird, ift ber beste natürliche Dunger für Biefen und Neder, I, 153.

Schmelzen der Körper, II, 182. Gemische, die leicht fchmelgen, II, 184.

Schmelztiegel, II, 1x.

Schmiere, Ginfluß berfetben auf die Reibung, IV, 11, 222.

Schnee, II, 348. fein Ur: fprung und feine Sigen: fchaften, I, 222. ein fchlechs ter Leiter ber Barme, II, 139. vettirfact oft Morbs winde, II, 390. warum er auf hohen Gebirgen bepm Aufgange ober Untergange ber Sonne roth ausfieht, III, 345.

Schneefloden, find balb groß, bald fein wie Buber, II,

379. Schneemaffer, I, 206. Schneewinde, II, 39 rt

Schneidende Bettzeuge find ber Sage abnlich, IV, zz, 126.

Sonellwage, IV, 1, 320. Schorl, rother, II, xxiv.

Schraube, thre Theorie, IV, 1, 327. fg.

Ochropitopft, wie fie wirten, I, 338.

-Odwadeit; entjanblicher, II. 474. erstickenber, II, 510.

Schwachung des Lichts, wie di ju legen; daß fie fo leicht fie burch Berfuche bestimmt wird, III; 169. bur**d**) Spiegel, III, 242. in burdfichtigen Rorpern, III, 297. in der Annosphare, · III, 298. je mehr die Kors per bas Licht fcwachen, um besto meht werden fie badurd erwarms, III, 241.

Schwarze Farbe, was fie eis : gentlich ift, III, 350. wars ·um sich feisches: Soly in fantender Luft fowarst, · III, 356.

Sowebung in bet Theorie bes Tones, IV; ity 345.

Schwefel, II, 268. ift ein einfacher Körper: II, 425. -behnt sich aus, wenn er ere bartet, Il, fog. brennt auf eine boppelte Art, II, 459. gefcwefeite Stennluft, II, 472. 501. "

Odwefelbaber, II, 502.-

Schwefeltiese, II, 250. 501. Schwefelleber, II, xxII. 500. 439. wird von Stickluft aufgelöft, II, 505.

Schwefelleberluft, II, 500. Schwefelfäure, II, 425. volls tommene, Moony thu kommene, II, 428. 518. erjeugt ben Biteiot, II. 431.~

₹18÷.

Odmeiffen bes Cifens, II,183. Schweißlocher ber menschlis

chen hant, IV, 11, 405. Schwellen der Gebaude, wie

nicht faulen, II, 479. Commere, fommt allen Rors , pern und Theilen ber Erbe ju, I, 9. ihre Michtung geht allenthalben nach dem Mittelpuntte der Erdtugel, I, 11. welche felbst gar nicht, fcmer ift, I, 12. Rraft ber Schwere, IV, 1, 300. Mittelpunft ber Schwere, IV, 1, 330. die Odwere geht rings um die Erbfugel nach allen Seiten ohne Ende fort, IV, ir, 20. in welchem Berbaliniffe fie fo fowacher wird, IV,11, 20. jebet hims melstotper hat feine eigne Schwere, IV, 11, 21. alle gemeine Odwere, IV, 11, 21. fgg. die Große der Schwere an jebem Orte ber Etbe lagt fich um ges naueften burch Penbel bes ftimmen, IV, 11, 109. bie Clementartraft ber Odwes re wächst vom Aequator an gegen beibe Pole ju, IV. 11, 155. 157. 164. absor lute, relative. IV, 11, 157. 165. nimmt mit der Ents fernung vom Mittelpunfte der Erde ab, IV, 11, 166.

Sommere, eigenthamliche, I, Sowingungsvunft, IV, II, 261. 267. f. Bemicht.

Comerciene, IV, 11 335.

Schwererbe, II, xiv. 430. faugt Gaureftoff ein, II, 540.

Sowerfluffig, f. fluffige Das

Sowerpuntt, Begriff unb Theorie beffelben, IV, 1, 330. fgg. Schwervuntt ben himmlifchen Rorpern, IV, 11, 36.

Odwimmblafen ber Bifche, thre Luft, II, 471.

Schwimmen, eigenthumlich leichterer Rorper auf bein Baffer, I, 251. wie tief biefelben eintauchen, I, Thiere schwimmen leichter, als ber Mensch, I, 254. ber Menich muß , bas Somimmen erftlich lernen, I, 255. wenn . fcwimmenbe Rorper im Baffer rubig bleiben, IV. 1,.345.

Schwimmende Infeln, I, 257.

Sowingung, Theorie berfel: ben, IV, 11, 97. fgg. Mits telpunkt derfeiben, IV, 11, 111. 116. Odwingungen gefpannter Gaiten, IV, zr, 340. fgg. Schwingungen von Blechftreifen, Staben, 36. IV, 11, 362. fg.

Somingungeftoten, IV, zt, 348. Chladni's Methobe, Diefelben fichtbar ju mas chen, IV, 11, 358.

119. 128. 125.

Schwungfraft, IV, 1, 379. 383. fgg. Große berfelben unter der Linie, IV, 11, 165.

Ochmungmafdinen, IV, 1, ··383. 390.

Ocirocca, II, 396. f. auch Bind.

Scyfla und Charpbbis, I, 203.

Sedativfall, II, xiv. Oet, unterirbifche Om um Die Biaffe, I, 156. 157. Landfeen, I, 183. Girb niberfee in Rrain, 1, 346.

Seegrund, ober nafe Sald: fchichten, aus welchen bie Quellen ibr Baffer ethal: ten, I, 162.

Seefarten, I, 33.

Beeubren, IV, 11, 152. Ma thode, vermittelft berfeiben die Beagraphische Länge et nes Orte ju finben, IV, 14 153.

Seewinde und Landwinde, II, 389. f. auch Bind.

Legneriche Mafchine, IV, 14 199,

Sehen, wie wir durch bas Gefühl feben lernen, III, 198. Die Bilber, burch welche wir feben, find fut: jeffin, und von den Bul bern im Auge gang vert fcbieben, III, 199. 210. warum wir einfach und nicht verfehrt feben, III, 210. 211. beutlichet unb undeutliches Seben, III,

beutlichen Gebens, III,

Behewinkel, III, 191. muß eine gewiffe Große haben, wenn wir Cachen feben follen, III, 191. fq. wie wir burch ibn von ber Große der Dinge urtheit len, III, 198.

Sehnen ber Thiere, IV, 1, 316.

Dehungebogen ber Geftirne, IV, 1, 40 43.

Beife, II, 259.

Seifenblasen und ihre gar: ben, III, 365. knallende Seifenblafen, II, 488.

Seile, wie fie angufehen find, IV, 11, 206. thre Unbiegs famteit, IV, 11, 207. fgg. Seiltanger, wie fie fich erhals

ten, IV, 1, 344.

Seitenabweichung ber Spies gel, III. 228. Der Linfen, III, 389.

Settenfchlag, elettrischer, I, 444.

Setunde, in der Tonleiter, IV, 11, 344.

Setundenpendel, IV, 11, 107. einfaches, Bunahme feiner Lange gegen die Pole ju, IV, 11, 155. fgg. diefe Ers fcheinung querft von Richer entdedt, IV, M, 157.

Selbstentzundungen, II, 251. Senkwage, I, 269. f. Ardos meter.

Septentrio, IV, 1, 72.

Septime. fleine, große, IV, II, 344.

' 312. 313. Grengen bes Gerpentin, II, miri. feine Dos larttåt, II, 15. 19.

Serte, IV, 11, 344. Siebengefiten, IV, 1, 72:

Dieben, I, 228. f. Rochen. Ciedpuntt, des Thermomes ters, II, 94 174 f. Rochen. Silber, II, xvi. feine eigens thumliche Schwere, I, 261. tft ein Leiter, I, 395. feine Beine wird nach Lothen

geschätzt, I, 262. Similor, II, xv11.

Sirius, IV, 1, 71. Smalte, II, xxxxx.

Smum, II, 396. f. auch Bind.

Gode, II, 429. Sobefalg, II, 172.

Sole, I, 163. aus dem Meers wasser, I, 175. 176. ents halt immer außer bem Salze auch andre fremde Theile, I, 175. 275. die meisten Solen muffen gras dirt werden, I, 275.

Solwage, I, 274. ju ihrer Abtheilung helfen die Bers fuche mit reinem Baffer nichts, worin man Salz aufgeloft hat, I, 274. 275. Commer, I, 63.

Sommerpuntt, IV, 1, 46.

47. Sonne, ift ungemein weit von ber Erbe entfernt, I, ihren Aufgang und Untergang von hohen Bets gen ju feben, ift ein prache tiges Schauspiel, I, 43. fie ift ber vornehmfte Quell aller Barme auf ber Erbe,

I, 61. ibr Etiffuß auf die Eintheilung ber Beit, IV, 1, 4. jahrlide Bewegung derfetben, IV, 1, 44. Des thode, thre Abweichung für jeden Tag zu finden, IV, 1, 45. ihr mittlerer Lauf, IV, 1, 59. mittlere Sonne, IV, 1, 59. Ber wegung ber Sonne mit allen Planeten nad einer gewiffen Gegend bin, IV. 1, 74. ibre Entfernuna von ber Erbe, IV, 1, 98. ihr icheinbarer Durchmeh fer, IV, 1, 98. 99. ihre Oberflache und the Maum, IV, 1, 99. ihre Dichtige teit, IV, 1, 99. IV, 11, 35. Geschwindigfeit ihrer eiges nen Bewegung, IV, 1, 100. Flecken in three Scheibe, IV, 1, 117. Bes wegung derfelben, IV, i, 117. fg. 120. Farbe und Große derfelben, IV, I, 122. Die Sonne ift eine Rugel, welche fich bestans > dig um eine gewiffe Are von Westen nach Osien dreht, IV, 1, 118. 119. Zeit ihrer Umwälzung, IV, 1, 120. Rebel ober Schats Sonnennabe, IV, 1, 100. ten und Fackeln in der Sonne, IV, 1, 122, Reuer ber Sonne, 1V, 1, 123. fg. ihre Rleden icheinen jum Theil eigenthümliche und oft unregelmaffige Ber wegungen ju baben, IV, 1, 124. ihre jährliche Bewer gung um die Erde ift bloß

scheinbar, IV, 1, 150. die Sonne murbe von ben Al: ten unter bie Planeten gu rechnet, IV, 1, 153. ihn Maffe, IV, 11, 34. Cowe re auf ibr, IV, 11, 36. Sonnenbreite ber Planeten, IV, 1, 184. Connenferne, IV, I, 101. der Dianeten, IV, 1, 192. Sonnen finfterniß, IV, 1, 140. fag. 225. totale, parziele, zentrale, ringförmige, IV, 1, 141. Ericheinungen ben einer totalen, IV, 1, 148. Sonnenbobe, f. Schatten. Sonnenfange der Erde K. IV, 1, 183. 184. Sonnenlicht, warum es ein rundes Bild giebt, wenn es gleich durch ein ediges Loch einfälle, III, 174 ober von einem edigen THERCHOLLER Spiegel wird, III, 216. Sonnenmifroftop, Bergroße rung deffelben, III, 50%. feine Zusammenfehung und Berbinbung mit einer fill: ftern Rammer, III, 508. fa. feine Unbequemlichleit, III, 510. der Planeten, IV, 1, 192. Sonnenfpftem , ungeheuret Umfang beffelben, IV, 1, 258. fg. Bewegung befi felben, IV, 1, 262. Connenuhren, welche Beit fie zeigen, IV, 1, 60. vom

Monde erleuchtet, IV, 1,

77.

Bonnenwärme, ist keine mits getheilte, fondern eine urs sprüngliche Wärme, II, 193. hängt von der Farbe und Durchsichtigkeit der Körper ab, II, 193. 194. läßt sich in sehr durchsichtigen gar nicht erregen, II, 194. nimmt in warmen Körpern stärter zu, als in kaiten, II, 195. tägliche, II, 205. jährliche, II, 207. s. auch Licht.

Sonnenwenden, (Solstitia) I, 47. Puntte ber Sons nenwenden, IV, 1, 46.

Sonnenzeit, IV, 1, 39. mitts lere "IV, 1, 59. wahre, IV, 1, 60. Urfachen der Uns gleichförmigkeit der mahs ren, IV, 1, 64. Werwands lung der Sonnenzeit in Bogen, IV, 1, 63.

ſ

١

Spiegel, ziehen sich an, II, 224. (f. auch Spiegelplats ten) icheinen bie Barme auruckjumerfen, II, 152. die Wirtungen der Brenns fpiegel und Brennglafer im Sonnenlichte fann man feinesmeges einer Anbau: fung ober Berbichtung bes Barmestoffs. jufdreiben, II, 196. 198. man tann auch mit ebenen Spiegeln aunden, II, 199. wie die die Alten gundeten, II, 201. Geschichte ber Brennglaser und Brennspiegel, II, 201. wertmurbige Berfuche mit diefen Bertjengen, II, 202. das Mondlicht ist phas

Wirtung auffle, aber nicht das Licht eines starken Rug chenfeuers, II, 203. ebene Spiegel von Metall ober Glas, III, 213. wie fie die Begenftande abbilben, III, 214. fg. wie durch mehrere ebene Spiegel bie Bilder vervielfältiget wers den, III, 216. 217. Glass fpiegel machen von jeber Sache mehrere Bilber, III, 218. Pohlspiegel, III, 220. fg. ethabene Spiegel mas chen fleine aufgerichtete Bilder, III, 236. Regel: fplegel und Batzenfpiegel, III, 237. wie Spiegel bas Licht schwächen, III. 242. Blasfpiegel werfen wenis ger Licht zurück, als gute metallene Opicgel, III, 471. auch durchsichtige Roiper spiegeln stark, wenn das Licht schief auf sie fallt, III, 242. nicht jeder glatte dunfle Rorper ift ein Spies gel, III, 245.

Spiegelfaften, III, 218. Spiegelplatten, ihr Aneinans berkleben, IV, 11, 218. f. Spiegel.

Spiegeltelestop, Reflettor, III, 463. bes Remton, III, 464. bes Gregory, III, 475. bes Cassegrain, III, 482.

Spiesglas, II, xxII. behnt fich aus, wenn es erhartet, II, 109.

Spiesglastonig, II, xxII, 414.

Opinne, elettrifche, I, 437. Spigen, faugen Die Clettrigie tat unmerflich ein, ober ftromen fie unmertlich aus, I, 407. eine ift fraftiger, als mehrere jugleich, I, 407. Urface ihrer Kraft, I, 418.

Sporades, am Simmel, IV, 1, 72.

Sprachrohr, feine Einrich tung, IV, 11, 382.

Sprachfale, ihre Cinrictung, IV, 11, 38t.

Sprachzimmer, ihre Ciurich: tung, IV, 11, 381.

Springbrunnen, I, 350. und Springbrunnen auf 98: land, I, 112. der Behals ter, welcher laufende Bruns nen mit Baffer verforat, muß immer betrachtlich ho: her fenn, als diefe, I, 239. vortheilhafte Ginrichtung der Springbrunnen, IV, 11, 277. 278.

Springfluthen, f. Ebbe.

Epringglafer, II, 145. 146.

Epringfolben, II, 145. 146. Opribe, I, 340. vortheihaf:

tefte Einrichtung ber Sprite gen, IV, 11, 277.

Sprode Korper, IV, 11, 414.

Staar, grauer und fcwarzer, III, 301.

Stachelbauch, elektrischer, L 500.

Starte, ber Magneten, II, 34. Bergleichung ber Star: Sternjagt, IV, 1, 70. te ber magnetifden Angie: Sternfartet, IV, 1, 265.

hung mit ber Starte ber elettrifchen, II, 35. Stahl, II, xix. weider nimmt ben Magnetischus eher an, verliert ihn aber

and ther, als harter, II, 37. wie man ihn barret, II, xix. 37. 144. giebt mit Steinen geuer, II, 191. Erflarung Diefer Er:

scheinung, II, 191. Stalattit ober Tropfficin, I,

Stangentanfte, Einfluß ber Barme auf fie, II, 108. Staublall, J. Kalt.

Stechheber, I, 337.

Beber, I, 347. naturliche Steine, leiten bie Barme beffer, als Bolg, II, 137. platte fleine; unter einem fehr fleinen Bintel auf die Oberfläche eines fteben: ben Bemaffere geworfen, warum fie verfchiedene Das le abspringen, ehe fie fin: ten, IV, 11, 331.

Steinsaure, II, xxvrr.

Stellungswintel ber Sterne, IV, 1, 40.

Stern und Strahlenpinfel ber negativen und pofiti ven Cleftriglidt, I, 401.

Sternbilder, IV, 1, 70. neue, IV, 1, 72. thre Genen: nungen, IV, 1, 74.

Sternbeuteren, IV, 1, 79.

Sterne, gerftreute, zwifchen ben Sternbildern ber Als ten, IV, 1, 74. f. Sig: fterne.

Otern:

Sternfegel, TV, 1, a65. Sternfunde, f. Aftronomie.

Sternminute, IV, 1, 23.

Sternmonat, IV, 1, 82.

٠,

t

Sternfenuppen, II, 477. Sternfetunbe, IV, 1, 23.

Sternstunde, IV, 1, 22.

Sterntag, IV, 1, 22.

Sternzeit, IV, 1, 12. Mei thobe; Gogen bes Acquar tors in Sternzeit, ober umgekehrt Sternzeit in Bogen bes Acquators zu verwandeln; IV, 1, 23.

Steuerruber, vortheilhaftefte Richtung beffeiben ben ber Umbrehung eines Schiffes,

IV, 11, 338.

Stickgas, gefäuertes, II, 535. Stidluft und Stidftoff, II, 425. lagt fich fauern, II, und zwar auf fehr 427. vielerlen Art, II, 530. läft fich von ber fanernben Luft nicht absondern, II, 441. ift im Ammoniat und in ber organischen Mater rie enthalten, II, 430. 434. wie man die Stickluft ers halt, II, 504. ihre Eigens schaften und ihre größere Bermanbicaft jum Schmer fel als jum Phosphor, welche sie beide auflöft, II, . 505.

Sticktoff, ein Clement, IV, 11, 405. f. Stickluft.

Stimme, menschliches IV, ix, 396. 195.

Stimmorgane, menschliche, IV, 11, 396. fgg.

Bibbiltigen im Laufe hitims lischer Körper, IV, 11, 42. 56.

Storungetraft himmlifcher Rorper, IV, 11, 42.

Stoß ber Körper, Theorie bestelben, IV, 11, 242. fgg. gerder, schiefer, IV, 11, 142. gg. gerder, schiefer, IV, 11, 199. 243. etzentrischer, IV, 11, 199. bey bem Stoße ber Körper kommt ungemein viel auf die Gerschwindigkeit des stoßens den Körpers an, IV, 11, 369. fgg.

Stofinafchine, IV, 11, 245. Strahlen ber Barme, weß, wegen man eine frahlende

Barnde annahm, II, 153. Berahlenbrechung, aftronos mifche, III, 267- und irs bifche, III, 274- mittlere, und wie sich diese andert, III, 520- 521. Einfluß der Strahlenbrechung auf die beobachteten Sohen himmlischer Körper, IV, 1, 86. hotizontale, IV, 1, 95.

Strahlenpinfel, f. Stern.
Streifen am himmel, II, 369. ihre fconen Gestalt ten, II, 370 ihre Richt tung nach bem magnetis fchen Pole ber Erbe, II, 370.

Strich, einfacher, II, 40. boppelter, II, 42.

Strichtompaß, II, 54.

Stridmafdine, f. Dafdine.

Smime, woraufihre Schneis Spzygien, IV, 1,78. 205. ligfeit berubt, IV, 11, 283. fg. f. Bluffe.

Strömungen im Meere, L 199-202.

Strohdacher find im Com: mer tabler, im Binter marmer, als Biegelbacher, IL 139.

Strombahn, I, 144.

Strommesser, IV, 11, 334. fgg.

Strudel in Flüffen, ist vom Birbel verfchieden, I, 143.

Stådgut, II, xvice.

Sturme, die heftigften toms men vom Meere her, II, 404.

Stunden, gemeiner . Begriff berfelben, IV, 1, 5.

Stundenfaben, IV, 1, 26. Stundentreife, IV, 1, 23.

Stundenwinkel, IV, 1, 23.

**Gublimat**, **II**, 268. 185. ähendes, IL, xxx.

Sublimiren, II, xi.

Sucher am newtonschen Ter lestope, III, 469.

Suden, eine Sauptgegend, I, Sudost, Subwest, 2 I. Sudfuduft, Sudfudwest,

36. I, 21.

Cublicht, II, 76.

Cabpel, I, 23. IV, 1, 12. ber Subpol ber Erbe ift talter, als der Rordpol, warum, II, 212.

Subminde, II, 404. . -

Sumpfe, über ihnen bilden fich oft, Bolten, II, 354. Sumpfluft, II, 355. fiche Brennbare getobite Luft.

Lag, gemeiner Begriff befi felben, IV, 1, 4 Methor de, die lange der Tage far jede Polhahe zu berechnen, IV, 1, 37. wenn die Aftros nomen ihren Tag anfen: gen, IV, 1, 62.

Lagbogen eines Sterns, IV, 1, 14. halber, IV, 1, 29. Tagetreife, IV, 1, 13.

Laglicht, III, 420.

Tangenzialfraft, IV, II, IA. Tafdenuhr, ihre Befdaffens beit, IV, 11, 129. 149. 900 Supgens Beiten, IV, xr, 150, the Gang nie fo gleichformig, wie ber Gane der Dendelubren, IV. 1L 151.

Taucherglocke, I, 332.

Laue, ihre Krummung, IV, 11, 206. ihre Unbiegfam: feit, IV, 11, 207. Teleftop, f. Spiegekteleftop.

Teleftopifche Bergrößerung ber Mitroftope, III. 498. Tellurium, IV, 1, 266.

Temperatur in ber Theorie .. bes Tones, IV, 11, 345. Terrelle, II, 30.

Terje, große, IV, 11, 344. fleine, IV, 11, 344.

Teufel, kartesianische, I, 336. Thaler, find burch atmosphas. rische Baffer und durch

Fluffe ausgehöhlet worden, L 91-93.

Thau, ift fein Mieberfchlag des Baffers aus der Luft, . II, 330. wird vorzüglich burch die Luftelektrizität abs gefeht, II, 334. bleibt aus wonn die atmosphärische Clefteizität fehr schwach 18, II, 335. warum es in beißen Landern fo fart, und auch auf bem Deere thaut, II, 336. Honigthan, Meblehau, II, 337. der Than ertillet die Körper bep hellem Better, IL 338. 208. (f. auch Reif) enthalt viele fauernde Luft, Π, 443.

Theilbarteit ber Rorper, IV, 11, 401. fgg. 1. 1. 1

Theile der Körper, erfte eins facte, IV, 11, 405.,

Theilung, mechanische, IL

Thermometer, II, 83. wie Linkturen, II, x. man es fallt, II, 86. 90. Titanium, II, xxxv. Quedfilber fchicft fic bas Sobiliegenbe, I, 81. 88. ju am beften, II, 88. Luft: Codtung des Queckfilbers, II, thermometer des Drebbel, II, 91. verbeffert burch meter des Sanctorius und der Florentinischen Atades mie, II, 92. Fahrenheit macht es vergleichbar, II, 93. Meaumurs Bemuhun: gen, II, 94. Cispunft und Sudpuntt, wie gugeftime men, II. 95. fgg. Bers gleichung ber englischen und frangofifchen Grabe, . II. 98. Weingeifithermos meter, II, 99. Wetalther:

mometer, II, 202. wie There mometer ju füllen und ju tochen, II, 86. 90., wie ju ftellen, II, 88. merte warbiger Berfuch banit. II, 141.

Thiertreis, IV, 1, 76.

Thierfreislicht, ober Zabia: fallice, ist ein unvallem: menes Rordlicht. fommt nicht von der Sons nenatmosphare, II,

Thon, I, 80. 83. 88. aufger schwemmter, I, 95. zieht fic burch die Dibe sufams men, II, 102. 109.

Thonberge, I, 83. 88.

Thonerde, ober Alaunerbe, II, XIII. 430. Thonfchiefergebirge, I, 83.

88. Lintal, II, xiv.

XX. Tombat, II, xv11.

Amontons, II, 92. Thermos Son, was jeder Tap vorauss feßt, IV, 11, 341.. was et gentlich barunter ju ver: fteben ift, IV, zz, 343. halber Ton, IV, 21, 344. harmonifche Tone, IV, xx. 348. 385. fgg. Långemö: ne, IV, 11, 352. Tone une. biegfamer harter Rarper, IV, 11, 358. fgg. 364. Fortpflangung ber Tone, IV, 11, 371. fgg. mufifas lifder oder eigentlichet

Con, IV, 11, 389. Ber: Tropfen, ihre Gefalt, II, fciebenheit ber Tone, IV, 11, 395. Lonmeffer, IV, 11, 342. Copf, papinifcher, II, 178. Lorferde, I, 253. Torfmoore, reißen fich oft los; L, 257. Tornado, I, 294. II, 394. Torricelli, feine Leere und Röhre, I, 314. Totaltrafte, IV, 1, 296. fgg. the Berhaltniß, IV, 11. 11. Trabanten der Planeten, ihre Umdrehungen am Aren, IV, 1, 214. 216. wie sie sich von ihren Sauptplaneten. abgefons bert haben, IV, 11, 203. Ueberfattigung, II, 261. f. auch Planeten. Erdger des Magneten, II, 31. Tragheit, was barunter ju verfteben ift, IV, 1, 288. Troft, I, 111. f. Bultanifche Probutte. Treibeis, auf ben talten Meeren, I, 181. Treibholz, große Menge befe felben, I, 189. 190. Tribometer, IV, 11, 218. Trichter, muß gelüftet mers ben, I, 331. Trichter ber Bulfane, I, 106. Trinfglas, geladnes, f. Flafche. Uhren, gemeine, nad welcher Trodenheit bes Barmattans, IL, 291. Erocinung ber Rorper, worin fie von ber Ausbanftung bes Baffers verschieden ift, II, 286. 309. Trommel, Theorie ihrer The ne, IV, 11, 357.

•

228. ihr Angiehn, II, 227. Evopfftein, ober Stalefut, I, 98. Efchirnhaufen, feine Brenns glafer und Grennfpiegel, II, 201. 202. Tudulirte Gefäße, II, 12. Tuf, magnetifcher, II, 15. 19. Tufftein, L 111. Tungftein, II, xxiv. Turmalin, boffen befondere Cieftrigitat, I, 472. II,

#### U.

6. fgq.

Mfet : Befestigungen Strauch und Soly milfet mit Erbe und Steinen ge mifcht und befchwert wer den, I, 252. Mauern und Bollwerte von Soly find tofibar, I, 158. mp feiler find Padwerte von Straud und gafdinen, 4 158. wohlfeiffe Art bet Uferbefestigung, I, 158. 159. Die Rorbweiden thun hier fehr gute Dienfte, 1, 159.

Beit man fie ftellt, IV, 1, 61. the Zuftand vor Gei lilel's Zeiten, IV, 11, 114 mit bem Pendel von hugi gens verbunden, IV, 11, 114. 128. thre Theoric, IV, 11, 128. fgg. aftrono: mifche Uhren, IV, 11, 134.

Unbewegliche Körper, IV, 12, Bentisater, I, 307. 254.

Undurchdringlichkeit der Rors

per, IV, 11, 422. fgg. Undurchsichtia, ein undurch: sichtiger Körper zwischen unferm Auge und einem Begenstande verdect dies fen, I, 4. 131. 132, wie undurchsichtige Rorper sich von burdfichtigen unters fcheiden, III. 254. werben triftren durchfichtig, Ill, 257. ungleichartige werden fie gleichartiger macht, III, 257.

Unelastische Körper, IV, 11, 247. 26**1.** 

Ungleichheiten ber Erbflache find unbedeutend in Anfe: hung ber Große ber Erbe, I, 14.

Unruhe in ben Uhren, IV, 11, 129.

Unterlage bes Bebels, IV, 1, 309.

Unterschied ber Zeit auf ber Erde, I, 37-42.

Unverbrennliche Rorper, II, 456. Dacher, II, 457. Urantum, II, xxiv. Uranus, IV, 1, 207. 208. f. Berfchel.

R.

Beriagion ber Magnetnabel, II, 65. des Mondes, IV, 11, 46. Bariazionstompaß, II, 56.

Bentile bey Luftpumpen, I, 357. ober Klappen, was fie find, I, 343.

Benus, IV, 1, 222. 223. ihr heller Glanz, IV, 1, 167. thre Berge und Atmosphas te, IV, 1, 224. ob fie Trabanten habe, IV, 1, 224. the Durchgang durch Die Sonnenscheibe, IV. 1. 225. 235.

juweilen burch bas Glet: Bera, beffen Baffermafchine, IV, 1, 384. s. auch Mas fcine.

durchsichtiger, wenn man Beranderung ber Magnetnas del, II, 65. regelmäßige und unregeimäßige, II, 66. 67. hangt mit ben Dorbe lichtern zusammen, 11, 68. Berbrennen, ift eine Auflos fung in fauernder Luft, II.

Berbrennliche Rorper, II, 444.

Berdichtbare Rorper, I, 234. Berdichter, elettrifcher, 1, 495. 499.

Berdichtung ber Luft, I, 348. Berdoppler, eletirifcher, I, 496.

Berbunnung ber Luft burch Sibe, I, 301. Berbunnug der Luft vergrößert ihre Biebtraft zum Baffer, IL 292. bejordert bas Bers brennen des Phosphors, II, 503.

Berfinfterungelinie, IV, I, 130.

Berflüchtigung burch bieBars me, II, 185. die unsichts

Ralle Statt, II, 185. bes Baffees, II, 185. Quedfilbers, II, 186. fie wird burch Auflosungen oft febr verfiartt, II, 187. Bergleichbare Thermometer, . II, 93. 99. Opgrometer, II, 288.

Bergroßerung, teleftopifche, . rung des Schewinfels, III, 438. mifreftopifche, in ber Bergrößerung bes Gebes winkels bepm beutlichen Seben, III, 490. man beide Bergrößerungen berechuen, III, 476. 483. ober burd bie Erfahrung Bermanbichaften , demifde, bestimmen tann, III, 463. 477. 506. Bergrößer ungemeffer,

Dynameter, III, 477. 463.

Bergrößerungswerkzeuge, f. Mitroftope.

Bertallen ber Detalle, jeri fiort bie magnetifche Rraft, II, 25. verwandest die Metalle in Nichtleiter ber · Barme, IL, 138. ift eine Sauerung, II, 410. f. and Raite ber Metalle.

Berpuffen bes Saipeters, II, 453. bes Schiefpulver& · derer Salze und Raife. IL, 529.

Bergniden, obet amalgamie . ren, II, xx1. 260.

Berfanbung ber Beichfel, I, 150. 151.

bare finbet felbft bep ber Berfieinerungen, viele Baffer intruftiren bloß, ober aber: gieben Körper mit einer flei: nigen Materie, viele, unb felbst das Meerwaffer, ver: feinern wirflich, I, 165. 75. Meerverfteinerungen unter ber Erbe, I, 68.

Berfuch bes Mariatte, III. 304.

beftebt in ber Bergrofes Bertheilung, ungleiche, ber Cleftrigitat, I, 411. barch ungleiche Bertheilung wirft der Magnet, II, 16.

Bertifal, IV, 1, 22. wie Bertifalinie, I, 10.

Bervielfältiger, elettrifcher, L 496.

IV, 11, 405. cinface und boppeite, II, 265.

ober Berwitterte Galge, f. Rry-Ralle.

Befuv, f. Bultane. Berirbecher, I, 347.

Bilette, feine Brenufpiegel, II.

202.

Vindemiatrix, IV, 1, 72. Bitriol, II, 431. graner, II, xx. blauer, IL, xxx. wei: fer, II, xx11.

Bitriolather, II, 181. Bittislöbl, II, x1. 426.

Bitriolfdure, findtige, ober vitrioifaure Luft, IL, 518. II, 454. verschiedener ans Bollmond und Renmond vers

urfact die Springfluthen, I, 192. Bergleichung bes Lichtes bes Bollmonds mit bem Lichte ber Coune, III. 170.

Borberglas ober Objektiv, III, 437.

Borlage beym Deftilltren, U, 319.

Buitane, ihr Trichter ober Arater, I, 106. Umstände bes Ausbruchs, I, 107. Besuv, I, 106. 109. Aets na, I, 106. 109. verschütz tere Städte, I, 109. elektrische Erscheinungen, I, 110. andere Bultane, I, 111. erioschene Bultane, I, 113. Macatuba, I, 121, Bemerkungen über sie, I, 113—117. 122—127.

Bultantiche Produtte, Lava, I, 108. Aiche und Steine, I, 106. 107. Bimssteine, Poppolanerbe, Trof oder Tufstein, I, 110. 111. Safalt, I, 111. sind fehr schwer zu ertennen, I, 124. man findet sie auch unter dem Meere abwechselnd mit den Bodenfähen best selben, I, 105.

#### W.

Bande, wie man fie fo fest wie möglich macht, IV, 1, 344.

Barme, behnt alle Körper, vorzüglich die fühftigen, aus, II, 83. 84. wie viel diese Ausbehnung beträgt, II, 106. 111. fgg. wie man ihren Gang prüft, II, 86. 87. einige Körper ziehen sich burch die Wärme zu

fammen, well fie trockneu. als der Thon, IL, 102. Soly, Papier, Elfenbein, u. f. w. II, 109. andre tiehen fich jusammen, inc bem fie fcmelgen, ale Gis fen, Spießglas, Schwefel, und Wifimuth, II, 109. es glebt teinen Barmeftoff, II, 116. 122. was Bare me ift, II, 117. 122. bie Barme ift eine mitgetheile te ober urfprüngliche; Bes febe ber Mittheilung ber Barme, II, 118. News ton's Regel ift nicht allge: mein richtig, Il, 119. 120. wie heiße Rugeln erkalten, II, 120. 121. in dichter Luft ift die Erfatung et was fehr weniges schneller, als in bunner, II, 123. warum Baffer uns bep gleicher Temperatur falter oder heißer ju fenn fcheint, als Luft, II, 123. Michi mann's Regel bey ber Mittheilung ber Barme durc Mifdungen, II. 118. was bas beiße: bie Barme leiten, II, 125. Mischungen verschiebener Riuffigleiten von verschies dener Barme, II, 126. find unguverläffig, II, 127. was sie beweisen, II, 128. eigenthumliche Barme ber **Körper, II**, 127. 129. eis nige Körper leiten bie Bar: me beffet, als andere, II, wie man bie Leis 128. tungefähigtek ber Körper

wahrfdeinlich bestimmen fann, II, 729. 130. wars um alle fefte Korper folechs ser leiten, ober fich von ber Barme langfamer und fdwerer burchbringen lafe fen, als fluffige, II, 132. wie man bie Leitungsfå: bigteiten feiter Rorper vers gleichen tann, II, 133, Richmann's Berfuche über Die Leitungsfabigteit ber Metalle find unrichtig, IL 134 135. Berbert's unb Ingenhouffes richtigere Berfuche, II, 136. bie Des talle leiten Die Barme fait in eben ber Ordnung, wie Die Elettrigitat, II, 137. Leitungefähigteit ber Steis ne, ber Biegel, unb bes Solzes, II, 137. ftartfie Michtleiter der Barme, II, 138. merkmürdige Eigen; fa:aften bes niebtleitenben Glafes, U, 142. fgg. Michtleiter Behalten Die Barme febr lange, II, 140. Fortpflangung der Barme, II, 147. geht verjuglich nach oben, und wenhalb, II, 148. merts wurdige Befuche, burch juruckgeworfene Barme ju aunden, II, 151. rung berfeiben und Wiber: legung der strablenden Barme, II, 153. fg. wenn urfprungliche Barme ents ftebt, II, 158. wie viel ben Schmelzung bes Eifes an Warme verloren geht, II,

259. gebundene Barme, urfprånglice II, 159. Barme bey Entftehung des Eifes, II, 161. gefalzenes Baffer friert fpåter, als füßes, II, 161. in welchem Berbaltniffe fpater, II. die fryställineschen Saige erzeugen mehren: theils Rake, und bie ver: witterten Barme, nicht immer, II, 164. Ucr fache bavon, II, 164. Båts me, die burd Salze erzeugt with, II, 168. ober burd Ralt, II, 170. ber Baffet: dampf erzeugt, wenn er entfteht, Raite, und wenn er fich verdichtet. Dige, II, 172. 179. auch ber Dampf des Methers und Mitobole, II, 181. worum ann Somelien Barme nothig ift, U, 182. die Barme verflüchtiget bie Rotper, Il, 184. wird burch bas Reiben erzeugt, II, 188. baben tann fein Barme: ftoff von außen jufließen, II, 189. Barme bes Lichte, II, 193. Barme der Erbe. tägliche, II, 206. jährliche, 11,207. Barme in der Erde und im Baffer, II, 208. Grundmarme ber Erde, II. 109. Barme verfchiebener Lander, II, 210. thierische Barme, II, 464. Barme burch Abfonderung ber Danfte aus ber Luft, IL, 277. ber Bellen beput Cturme, II, 329. bes

, forbert bie ganluig, II, 480.

Barmemeffer bes Lavoister, II, 165.

Barmefammler, II, 206.

Barmeftoff, f. Barme.

Bage, thre Theorie, IV, 1, 318. 320. hydroffatische, I, 259. f. auch Ardometer. Bagebalten, wie er befchafs

fen feyn muß, wenn er recht beweglich sevu soll, IV, 11, 230.

Bagen, ber, im großen Bare,

IV, 1, 72.

Wagen, wenn fie vor dem Umwerfen am meiften ges sichert find, IV, 1, 346. unter welchen Umftanben ein Bagen am leichteften geht, IV, 11, 229. 232. Reibung beffelben, IV. 11. 238.

Bagrecht, ober horizontal, L 11. IV, 1, 22.

Babivermanbichaften. Körper, einfache und dops

peite, II, 265.

Ballis, beffen Entbedungen in ber Lehre vom Stofe ber Rorper, IV, 11, 245. Ballrathanliche Materie, in welche fich Leichen verwans

beln, II, 482.

Banten der Erdage, f. Erde. Baffer, Quellmaffer und Res genmaffer, I, 205. unreis nes wird durch Kiltriren trintbar, I. 205. Ochnees wasser, I, 206. alles Bass fer enthalt organische Das terie, I, 206-211. wird non Körpern eingefagen, die es mit großer Gewalt ausdehnt, I, 212. fgg. friert ju Eis, und bebnt fich aus, I, 216. 217. 222. 223. fgg. hat ein großes Bewicht, und ift fehr bes wealich, I, 129. focht durch Sike, und wird ein elaftie fcher Dampf, I, 228. 229. ob es unverdichtbar ift, I, 231. fgg. ift elaftifch, I, 234. mineralische Baffer. u. f. f. I, 166. Ausdehs nung bes Baffers bepm Rrieren, II, 109. feine Bermanblung in Eis unb Dampf, II, 158. 172. wie es das Fener loscht, IL, 219. läßt fich in fauernde und brennbare Luft gerles gen, II, 414. fg. und dars aus wieder jufammenfets gen, II, 420. fleigt in Band, Afche u. f. w. auf, IL, 241. hartes und weis ches Baffer, II, 260. 435. wie sich aus ihm die Luft nieberschlägt, II, 324 vers dichtet die Luft nicht, ins dem es sie einfaugt, II, 324. wallt unter der Luft pumpe auf, II, 326. läßt die Luft, die es ganz aufs geloft hat, unter ber Lufts pumpe nicht fahren, II, 328. Ausfluß des Baffers, IV, 11, 265. fag. 281. natürlicher, wirtlicher, IV, 11, 269. Reibung Deffels ben, IV, 11, 278. fgg. Druck des fließenden Bass.

211.

fere, IV, 11, 294. fgg. fcmin: Bafferwage, und Bafferne gende Bewegung bes Bafs gen, I, 131. fere, IV, 11, 300. Stof Baffergieben ber Sonne, III, beffelben, IV, 11, 303. fgg. Bega, IV, 1, 72. gentraler, IV, zz, 306, et gentrifder, IV, 11, 307. Begemeffer, IV, rt, 215. Gefdwindigfeit des Bafi Beiche Rbrper, IV, 11, 247. ferstoßes, IV, 21, 309. bins 410. bender Beweis feiner Ber: Beichfel, ihre Berfandung, Dichtbarfeit und Claftigitat, L 150. 151. IV, 11, 334. Baffer in Bein, wie er tocht, II, 180. Rudfict auf bas Conen wird verfälfct burd Blev ber Gefäße, worin es fic taite, II, well more findet, IV, 11, 360. Coall jeigt verfolebent Bein Des Baffers, IV, 11, 367. Farben, III, 350. Baffer, abgezogene, II, x. Beingabrung, f. Gabrung. Beingeift, II, 181. 307. Bafferaber, ihre Bufammen, giebung, IV, 1r, 268. giebt bevm Berfrennen Bafferbad, II, vill. viel Baffer, II, 422. feine Slamme bat feine große Basserbautunst, eine sebe nubliche Kunft, I, 155. Dige, II, 457. Farbe fel **B**asserblasbalg, II, 328. ner Blamme, III, 349. Bafferblei, II, xxxv. wird Beingeiftthermometer, 11,99 burch die Bertalfung fauer, Beinftein, II, 512. IL, xv. 413. 428. Beinfteinfäure, II, XXV. Bafferbampf, ift troden; feb Beitfichtige, III, 318. 488. ne Eigenschaften, I, 229. Wellen, Bewegung berfeiben, IV, 11, 301. 302. 1011 fgg. f. auch Dampf. Grette, IV, 11, 301. Bafferfälle, I, 148. III, 381. ihre Regenbogen, III, Bellrad, IV, 1, 320. Belegebande, enge Begriffe 381. Baffergalle, III, 381. ber Alten von beffen Große, Maffergerathe, II, 438. IV, t, 153. Unermeflicht Bafferhammer, II, 314. tett deffeiben, IV, 1, 259. Bafferhofe, I, 293. II, 378. fgg. Bafferleitungen, thre vor: Beltumfeglet, verlieren aber gewinnen einen Eg, I, theilhafte Einrichtung, IV, 11, 282. 40. Bafferftoff, II, 416. ein Gles Benbetreife, ber bet Rrebfet, und ber bes Seinbeite, I, ment, IV, 11, 405. Baffervägel, ihre gebern, II, 759.

andere befondere Binter, I, 63.

Bertzeuge , mathematifthe, verbiegen fich oft burch bie Barme, II, 108. Beften, eine Sauptgegenb, I, 20. Beftpunft, IV, 1, 15. Better, Rennzeichen bes gur ten und ichiechten Betters, II, 366. 372. Betterglas, I; 314. Betterfeuchten, I, 477. II, 377. Betterlichter, II, 376. Betterveränderungen, ibre Ursachen, II, 373. Biberftand, bes Baffers, I, 278. der Luft, I, 380. Bieberherftellung ber Wetals le, f. Raile ber Metalle. Bilbe, wie'fle geuer anmas den, II, 192. Bind, feine Richtung, Ge: Bindfingel, ihre Theorie, IV. fowindigfeit, und Starte, I, 283. 284. tft ungleiche Binbfuß, f. Binb. gefährlich, L 286. Pafs fatwinde, I, 287. II, 382. Bindfugel, I, 229. - fa. Duffons, Land: und Bindmeffer, IV, 11, 334. fgg. . Seewinde, I, 287. II. Bindmubien, IV, 11, 328. 387. 389. unregelmäßige Binde, I, 288. Chamfin, Bindofen, f. Ofen. Barmattan, Scirocco und Bigbrofe, I, 20. 396. Orfane, I, 293. Zornabes und Ochfenaugen, I, 294. II, 394. Baupti urfachen ber Binbe, II, 382. Bestwinde bes ges Binbftoffe, f. Bind. Dawinde um die Pole, II,

Winde aus ber uneleichen Barme, II, 389. Ochnees minbe, II, 391. Regens winde, II, 39x. Oftwind bep Sonnenaufgange, II, 392. **Bindfillen, II, 194.** Windfibbe, II, 394. Wins be ber Berge, II, 395. warum Gewitter oft gegen den Bind gehen, II, 396. Winde der Lawinen, II, 397. Windfuß, II, 398. Urfache ber Sturme um Die Zeit ber Machtgleichen, II, 399. Winde find vben in der Luft febr heftig, II, warum ber Binb 397. rauscht, IV, 11, 368. Windbuchfe, I, 348. Binde, bas Inftrument, IV, 1, 320. 1, '320. formig, I, 285. Bugwind Binbteffel ber geuerfpriben, I, 351. fgg. Smum, I, 290. 291. II, Bindftillen, in heiffen gane dern find mehrentheils mit Beifen und Bewittern verbunden, II, 360. f. auch Bind. magigten Erdfricht, und Binfelgeschwindigfeit, IV, 1, 205. IV, 11, 193. 386. talte Oftwinde, II, Winkelhebel, IV, 1, 308.

Minterpunkt, IV, 1, 46, 47. Littbel in Fidsen, ist vom Strudel verschieden, I, 143. Wirbel im Meere; der Maistrom, I, 202. 203. Scylla und Charpbs die, I, 203. Wirbendichte, II, 378.

Birkungsfreis, elettrifirter Körper, I, 406 420.

Bismuth, II, xx:1. debut fich aus, indem et erhartet, II, 109.

Bitherit, II, xrv.

Bitterung ber heißen Lanber, II, 373. 363. ihr Unters fchied von ber Bitterung talter banber, II, 374.

Boche, gemeiner Begriff der feiben, IV, 1, 9.

Bolf, 1. 470.

Bolfram, II, xxiv. wird burch die Bertaltung fauer, II, xv. 428.

Bolten wie fie entftehen, L 292. Bafferbofen, I, 293. wie sie vergehen, I, 294. Lammer und Streifen am himmel, I, 292 Ochfens auge, L 294 find Rebel, I, 292. II, 344. erwárs men die Luft, II, 344. find eleftrifirt, II, 345. gerfließen an Bergen, II, 346 heben fic des Dors gens, und fenten fich Abends, II. 350. die Sons ne gerftreut fie oft, II, 351. fle fdwimmen in der Luft. II, 351. wie die untern entfteben, II, 352. 354. wie fic die Bolten vergrö:

Bern, II, 363. werum fe oft fo vieles Baffer enti halten , II, 367. Entfic hung ber hoben Wolfen, II, 369. auf Rordlicher folgen oft Bolten, IL, 371. mie die Bolten aufhien, follen durch bas II. 375. Schießen gerthellt wahm, II, 381. Bolten bet bet Ben Lander, II, 363. f. immerwährende Billm kalter Länder, II, 375. Wrenn, beffen Endedungen in der Lehre vom Gufe ber Rorper, IV, 11, 253. Burfbewegung, IV, 1, 373.

3.

Bucfweite der Bomben, IV,

1, 365. 370.

Babe Blaffigtetten, richten fic nicht nach ben Sefeben ber Sporoftatit, L 280. Bauberlaterne, III, 321. Beiden, himmlifde, IV, 447. auffteigende, abfteigende, IV, 1, 47. von wem die himmlifden Zeiden erfun ben worden, und mas fie bebeuren, IV, L. 57. mit ben gleichnamigen Stein bilbern nicht ju vermech! fein, IV, 1, 67. Beit, wie ber Begriff baven in uns entfteht, IV, 1,267. aftronomifde, bårgerlicht,

IV, 1, 62. verflofine, lauf

fende, IV, 1, 62. lagt fich

am beften burd bie febr

Eleinen Schwingungen eis Zerlegen, ober gerleben, was nes Pendeis in gleiche Theile theilen, IV, 11, 107. 114. Gleichung der Zeit, IV, 2, 60. 61. Zeitbogen, IV, 1, 23. Beitmeffer, IV, 11, 152. bient sur Bestimmung ber geo: graphischen Lange, I, 46. Methode, vermittelft best felben die geographische Lange eines Oper zu finden, IV, 11, 153. Zementiren, II, xx. Zementirpulver, II, xt. Zementwasser, II, 262. Zenith, I, 51. Bentralbewegung, f. Bentrals traft. Zentralentwurf, III, 187. Zentralfraft, IV, 1, 374. 379. und Trabanten, ihr Bers **háltnik, IV**, 21.4.10. was dieBentralfraft ift, IV, 11, 4. fag. 20. 23. alle himme lifche Rorper bewegen fich burch Zentralfrafte, IV, 11. 7. Beiten unt Gefchwins digfeiten ber Zentralbewes gungen, IV, 11, 9. Bentvirte Linfen, III, 276. Zerbrechen der Korper, bie. baju nothige Rraft, IV, 11, Buffon's Berfuche baruber, IV, 11, 417. fgg. warum gerbrochene Rorper nicht jufammenhalten, II, wie man sie verbins den tann, II, 225.

260.

ŗ

das heißt, U, 259 266. Beelegung, chemische, II, vii Zeclegung bes Waffers, IL 414. ber Beftandtheile ber Kárper, IV. 11, 405: : Zetveißen ber Körper, die bas zu nothige Rraft, IV, 11, 410. fgg. Berfegen, f. Berlegen. Berftrouung bes Lichte, wie fie fich von ber regelmäßigen Zurückerefung unterfcheis bet, III, 244 Berftreums des Farbenlichts, f. gars bengerftreunng. Bertheilung ber Bolten, II. r 380. fg. der Köuper, II, VII. Bimmer, verfinftertes, bes Porta, III, 188. Bentraftrafte ber Planeten Bint, II, xxx. ift in Reigung der Merven vorzäglich wiels fam, I, 516 fældgt das. Eifen nieder, II, 262. Lintblumen, II, xx1. ` Binn, II, muri feine eigens thumlide Schwere, I, 261. · 262. ist ein Leiter, I, 395. mit Baffer bebeckt, fcmelit es nicht über bem geuer, in Quedfilber II, 175. aufgeloft, erzeugt es Bars me, II, 250. Zinnasche, II, xviii. Zinnbuttet, II, xviii. Zinnober, II, xx1. Bitronenfaure, II, xxvi. Zitteraal, f. Aal, elektrischet. Berfließen ber Salze, II, Zitterfifche, funf verfchiedene, I, 500. Berfuche mit ihnen,

I, sor. Bolgen and ihnen, I, 502. Aittern ber Theilden ift bie Urface bet Barme, II, 117. Bittern ber Luft Aber trochenben Körpern, II, : 278. gitternbe Beweguns gen ber Rotper, IV, zz, 340. fgg. Bitterroden, I, 500. Altterflachelbauch, I, 500. litterwels, I, 500. Zodiacus, IV, 1, 76. Bobiafalicht, ift ein Bord: Zusammenhang der Theile ber . licht, II, 80. Bolle, was bey ben Manbe und Sounen fin fermiffen unter an verfteben, IV, I, 133. 148. Zonen der Erde, I, 60-65. Bufabrer, elettrifder, I, 485. Bufammentunft bet Geftirme, Zugwind, f. Bind. Zuletter, Kollettor, elettels Zufammenziehung der Bafe fder, I, 454. Bunge, friert an talte Metal Bwillinge, bas himmlifche le an, II, 133. Burndflofungstrafte ber ein: Zwirnsfaben, verbrennt oft fachen Theilden ber Kor: per, eine bloße Erbichtung, IV, 11, 408.

Buradwerfung ber Barme,

des Lichts durch Spiegel IL 150. 197. **Gefeh der** Anthefperfung bes Liches, III, 214 auch durchficheis ge Materien werfen bas Licht zurück, III. 242. res gelmäßige Burückwerfung und Berftreuung, III, 244. wie bas licht jurudgewerfen wird, III, 253. fg. die Bredung verwandelt fic oft in eine Zurückwerfung, III, 265. Adeper, was wir davon wissen, IV, 12, 408. 46 verschieben, IV, 11, 409. abfointe Rraft des Zufames menhangs, IV, 11, 410. 411. relative, IV, 11, 414. IV, 4, 78. det Planeten, IV, 1, 171. 177. ferader, IV, 11, 268. Beichen, IV, 1, 57.

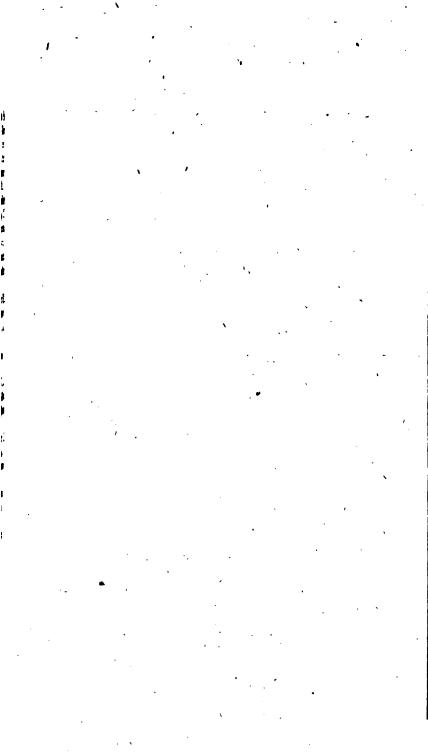
nicht in der Flamme, II,

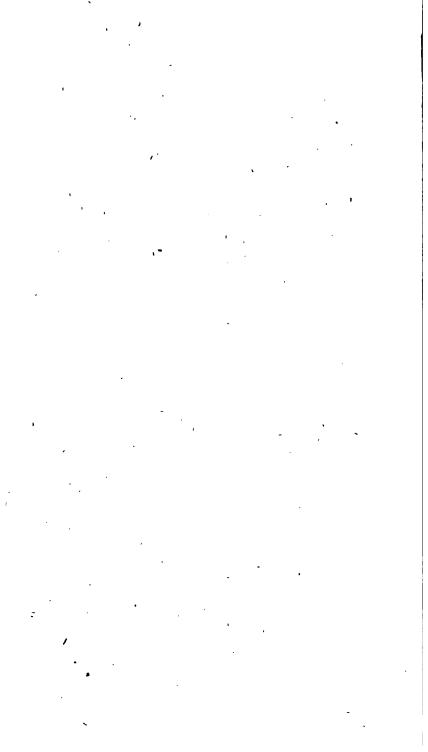
Zwifdenraume ber Rorper,

IV, 11, 405. 406.

121. 175.

ist blog scheinbar, 11, 153. Zykloide, s. Radlinie.





# Bufdge und Berbefferungen

gu allen bier Bånben.

## Erfter Banb.

S. 207. 3. 27. hier ift von einer italianifchen Fichte (pinus pinea) die Rede, die von der unfrigen in manden Abstaten verfchieden ift.

''S. 196. 3. 11. gegen ben Pol in foll beis

fen: nach Rotten zu.

## 3 menter Banb.

Bu Einleit. G. XV. And die behnbarften Des tuffe, als Gold und Gilber, werden, nach neueren Berfuchen, ben einem febr hoben Grade von Ralte, fprode und brachig.

3n S. 15. Der Magnet zieht, wie es scheint, auch ben reinen Rickel, und einige andre halbmetals lische Körper an. Der magnetische Serpentin soll Chronium enthalten. Man findet ahnliche magnet tische Granite in den Gebirgen, die mit Wolfram durchzogen find.

3n C. 19. Das hier vorgetragne Sefet ift wohl zaus allgemein. Denn die magnetischen Steine und Tufe, die eine Ausnahme zu machen scheinen, find so febr fowach magnetisch, daß fie nicht das gerings fie Stenftanbein marblich anziehn konnen. Aber Dube Raturt. 4.28, 2. ubrs.

bennoch reicht ihre magnetische Rraft zu, die Aldtung ber Magnetnadel zu andern. S. S. 53.

3. S. 97. hier und in der Folge ift von den alten, nach Art des Neaumur eingerheilten, franzischen Thermometer die Rede. Denn heutzutage theilt man in Frankreich den Abstand des Rochpunkts vom Eispunkte nicht mehr in 80, fondern in 100 gleiche Theile, so wie Celftus schon ehedem gethan

bat.

Die Lineale Des Pprometers del 3n S. 103. Bedgwood, oder die meffingnen geraden leiften mit parallelen Ceiten, welche auf einer Deffingplatte fentrecht befestigt und forgfaltig ausgearbeitet fent muffen, laufen nicht wirklich ausammen, weil diese ohne Rugen fenn mochte, fondern bloß fchrage gegen einander, und find an einem Ende 5, aber 3 Behntel eines englischen Bolles von einandet Ihre lange ift fo groß, daß der Rinch entfernt. puntt des eingeschobnen Thonftucks an ihnen eine link von 24 Bollen durchlaufen fann, und Diefe Livie if in Bolle und Behntel eines Bolles eingetheilt. Thoufiuct aber bat Die Beffalt einer fleinen geraden Balje, von welcher durch einen mit ihrer Are parali lelen Schnitt ein Stud abgefondert worden if. Mit feiner platten Seite berührt es Die Meffingplatte, und wird auf ihr fortgeschoben, Da es Deun fo fod auf ftebt, daß die beiden meffingnen Leiften jur Geltt fast bis an die durch seine Ure gebende mit ber Rth fingplatte parallete Ebne reichen.

Bu G. 142. Der herr Graf von Rumford ich hauptet, daß Luft, Dampf, Flamme, Waffer und alle flussige Materien vollsammne Richtleiter der Bas me find, und daß aller Uebergang der Barne ant einem ihrer Theilchen in das andre gang unmöglich ift, obgleich jedes, an und für sich, von andern Rörpern Wärme annehmen ober sie ihnen mittheilen kann. Da er aber jugleich versichert, daß die wärs meleitende Kraft des Quecksilbens mehr als dren Mal größer ist, als die des Bassers, und gegen 13 Mal größer, als die der gemeinen trocknen Luft, so scheing er bloß annehmen zu wollen, daß die stüfsgen Körpen schlechtre Leiter der Bärme sind, als die sessen. Ins dessen hat er anch dieses durch nichts erwiesen, ins dem seine Versuche mit schmelzendem Eise bloß dare than, daß das Eis durch die hise immer nun sehr langsam schmilzt, ungeachtet es durch die Kälte plogs lich im Wasser gebildet wird.

3u G. 147. Die Barme bringt in allen flufffe gen Materien, und befonders in der Luft, oft febr merfliche und fonelle Bewegungen bon unten nach oben, und von oben nach unten, bervor, indem bie von ihr ausgedehnten eigenthumlich leichtern Theile fich erbeben und die andern fich fenten. Der Bert Graf von Rumford icheint ju glauben, daß blog burch diefe Bewegungen fich die Barme in den Raus men fortpflangt, welche Die fluffigen Materien eins Die Kortoffaffjung ber Barme nach ber Seite Scheinet er einzig und allein von Barmeftrablen die aus marmen Abrpern ausfließen berguleiten, follen. Allein wenn Diefe Meinung gegrundet mare, wie fonnte eine vor das Seficht gestellte Glastafel Die Sine Des größten Raminfeuers von demfelben abs halten? da es feine eigentliche Marmestraften giebt, 🕡 und die nicht erleuchtenden oder bunfeln bon herrn berichel entbedten Lichtstrablen, welche eben fo gut warmen, als die erleuchtenden, und daber in diefem. Berftande auch Barmeftrablen genannt werden fons nen, durch Glas fren bindurchgebn und überhaupt then so gebrochen werden, als die erleuchtenden Lichte Arablen.

In S. 157. Die Berflücktigung ber Körper durch vie Wärme reicht wohl nicht ju, alle Umftände der Erscheinung zu erflären, von welcher hier die Acde M, der Juruchwerfung nämlich der Sitze durch Spies zu. Die wahre Ursache derfelben hat Derr Herschel vor Autzem entdeckt. Er hat gefunden, das voch aus dre Lichtkrahlen giebt, welche die Gegenstände zwar erwärmen, aber nicht erleuchten, auf die sie fallen, und daß beide auf gleiche Art gebrochen und zueicht geworfen werden. In den Jusächen zu dem dritten Bande sinder man eine umständliche Rachricht dieser Entdeckung.

Bu S. 328. Der Luftstrom des Wasserblasbalgs rubrt, so wie der Wind an den Wassersallen, nicht so wohl von der Luft ber, die sich vom Wasser absondert, als vielmehr von derjenigen, die seitwarts wischen die in ihrem Falle sich trennenden Wassertheile eindringt, und hernach von ihnen mit Gewalt fortgerissen wird. Daher muß die Röhre des Wasserblasbalgs an den Seiten Dessnugen haben, wenn der Luftstrom Statt sinden soll.

Ju G. 357. Die Art von Spiegelung, von welt cher hier die Liede ift, wird von den Franzosen mirage, und von den Niedersachsen Kimmung genannt. Sie kann zum Theil auch auf exhibten Jächen durch die bloße Berdannung der unterften Luftschichten bewirft werden. Aber es lassen sich unsersten kaften bloßen Berdunnung der untern Luft auf eine bloßen Berdunnung der untern Luft auf eine befriedigende Art erklären; und überhaupt kann diese Unsache zwar auf dem festen Lande, besonders im Sandwässen, aber nicht auf dem Meere, Statt sinden.

3u S. 404. In einigen Begenden bes beißen Erbftriche bat man an recht guten Barometern tas tich ein gewiffes regelmäßiges Schwanken berauf und berunter benbachtet. Das Quedfilber fiel von g Uhr fråb bis 4 Uhr Rachmittags, hernach flieg es bis zu Uhr Rachts; bann fiel es wieder bis etwa 4 Uhr fruh und flieg von da bis o Uhr, und gwar beg ieder Mitterung. 3mar maren Diefe Schwanfungen mur flein, indeffen betrugen fie bennoch oft uber 1% Sie rubrten mahricheinlich bloß von ber Barme ber, wenigstens entsprangen fie gewiß nicht aus einer eigentlichen Ebbe und Bluth der Atmofphare. Denn 1) richteten fie fich gar nicht nach bem Durche gange bes Mondes burch ben Meridian und feinem Stande gegen Die Sonne oder Die Erde. 2) ift die Cbbe und Bluth der Atmofphare, felbft nach ben ume ftandlichen Berechnungen bes herrn Delaplace, viel au fowach, als bag man fie an bem Barometer mabre nehmen tonnte, bochftens mare fie im Stande & Lie nie Beranderung in der Bobe beffelben, in der Ges gend der Linie, ju berurfacen. Folgfich tann jenes Sowanten des Barometers, welches oft 11 ginien beträgt, auf feine Urt ber Ebbe und Bluth Der At: mofphare jugefdrieben werden.

Bu C. 462. Durch neuere Versuche hat man sich überzeugt, daß auch die reinste, aufs beste gertrocknete und entlüstete Roble kelnesweges aus reinem Robienstoffe besteht. Sie ist allemal schon erwas gen fäuert (Oxyde de Carbone), und man findet überz dieses in ihr, außer dem wesentlichen Bestandtheile des Cancrstoffes, noch Wassersoff, Caize, ja sogan Wasser und andre Waterien. Reiner Robienstoff ift an sich nicht schwarz, er erhält aber diese Farbe durch die Cäuerung.

Benn eine Kohle juerft brennbare und hernach fäuernde Luft verschluckt, so entsteht oft eine merklische Barme und Feuchtigkeit. Es scheint also auch die kalte Kohle das Bermögen zu haben jeme beide Luftarten in Baffer zu vereinigen.

Bu S. 477. Das licht faulender Körper scheint nach genaueren Erfahrungen teinesweges phosphorisch zu senn; aber die Irrlichter brennen unfehlbar langs sam, wie Phosphor, indem sie leuchten. Die Sohe der Sternschnuppen und Feuertugeln läßt sich zwar schwerlich mit Zuverlässigfeit messen; indessen folgt dennoch daraus, daß man sie auch von den Spizen der höchsten Berge, eben so hoch, als von unten, über sich sieht, wie auch aus andern Erfahrungen, daß sie zum Theil sehr hoch sind. Man hat versschiedne Rachrichten, die zuverlässig zu senn schenen, daß aus Feuerkugeln, nachdem sie mit einem fürcht terlichen Knalle zerplatten, Steine auf die Erde ges fallen sind.

Bu G. 482. Auch fleisch, welches in fliefendem Baffer aufgehangt wird, verwandelt fich in Demfels ben julegt in eine maltrathahnliche Materie.

Bu S. 505. Rad herrn Berthollet verschluckt ber Phosphor, auch wenn er langsam in verschlofiner gemeiner Luft brennt, julept allen in ihr enthaltmen Saurestoff.

3n S. 515. Das Ammonialgas wird durch eine große kunkliche Kälte in eine mäßrige Flusseit (liqueur ammoniacale) verdichtet.

3u S. 528. Man bedient fich in Frankreich eis fier noch wohlfeilern Art Baumwolle zu bleichen, welche der berühmte Chaptal befannt gemacht und verbeffert hat. Es wird nämlich die Banmwolle mit einer schwachen fausischen alfalischen Lauge durchger

arbeilet, Bernath ben Dampfen biefer Lange ausger fest und bann in ber frepen Buft ausgebreitet.

3u S. 533. Nach ben Berfuchen des herrn Bers thollet wird das Salpetengas von einer Eisenvirriols aussidfung nicht bloß verschluck, sondern auch gersetz; und man kann daber dadurch, daß man ein mit Sticks Inft gemischtes Salpetergas in jener Auslösung wascht, Leinesweges finden, wie viele Sticklust es enthält.

Bu S. 1535. Das gefauerte Stickgas foll fich, wenn es gang rein ift, athmen laffen.

Bu G. 539. Bert Berthollet verfichert, bag man nur durch Schwefelleber ober durch Phosphor mit Buberlaffigfeit erfahren fann, wie vielen Gaus reftoff Die gemeine Luft enthalt. Die Comefelleber verschluckt jenen Stoff zwar ganglich, aber febr lange Daber thut man am beften, wenn man fic ju eudismetrifden Berfuchen Des Phosphors bedient. Dan bringt namlich in einer engen mit Baffet ges fpereten Glasrohre, worin fich die ju unterfuchende Luft befindet, auf einem Glasfifte einen tleinen 30s linder von Phosphor bod binanf, und taucht; im Kalle einer großen Barme, bas Gefaß unter taltes Baffer, damit der Phosphor nicht fcmelze. Raum ift derfelbe in die gesperrte Luft gebracht, so bildet fich ein weißer im Kinftern leuchtenber Dampf, ber berabfinft und fich mit dem Waffer bermifcht. einer engen Robre dauert Diefes, nach Befchaffenbeit ber Barme, 2 bis 8 Stunden; alebann bort ber Dampf gang auf, und die Operation ift ju Ende. Bor und nach ihr wird die Luft in einer graduirten Robre gemeffen, und wegen ber Beranderung bes Luftdrucks oder ber Barme Die nothige Berbefferung hinzugefügt; von dem übrigbleibenden Bolumen aber der Stickluft In abgezogen, weil fich in ihr, mabs rend des Berbrennens, etwas Phosphor anfibft, und

se duch diese Auflösung ausgedehnt wird. Dem wenn man die Gate der atmosphätischen Lust jugleich durch Schweselleder und duch Phosphor praft, und beide Prüfungen vergleicht, so überzeugt man sich daß jene Ausdehnung durch die Auflösung des Pjels phord sehr nabe do des Ganzen ausmacht. Derr Berthollet versichert, daß er auf diese Art den bei halt der atmosphärischen Lust an Sauresioss so hau, als durch irgend ein befanntes Mittel, erhuten, und beständig, in Rairo und in Paris, seh bällig von gleicher Größe, nämlich von 22 hunderts theilen, gesunden hat. S. S. 425.

3n G. 540. Reine Thonerde fcheint ben Gant

fioff gar nicht merflich ju berfoluden.

#### Dritter Banb.

3u C. 274. Der Binfel F (Rig. 34 Saf. VIII.) ben die gerade Linie AF in F mit dem Bogen BF, oder deffen Tagenten an F. macht, ift allegeit größen als der Winfel A, den fie mit dem Bogen AG, ober Deffen Tangente in A, macht; und es laft fic kicht einfebn, daß F - A allegeit = C ober = ACG Bare also GF eine Anhabe, AG die Oben fen. Rache des Merrs, und feine Strablenbrechung, fo mufte ber Unterfchied amifchen bem Elefenwintel F, unter welchem man A aus F fiebt, und bem boben wintel A, unter welchem F aus A erfcheint, = C Durch die irdifde Strableubrechung aber wird F gewohnlich verfleinert und A vergrößert. th F - A gewähnlich fleiner als C: und weil man annimmt, bağ ber Unterfchied swifden F-A und C mit von ber Brofe von C abbangt, fo bat man Die fceinbare von der irdifden Straflenbrechung Berrafrende Beranberung in ber Liefe bes Geet

Horizonts dauch Theile des Winkels C, oder best Wogens AG, andgedrückt, und fie bald auf I, w. f. w. defielben gefest. Allein alle dergleichen Bestimmungen sind sehr unsicher, da die Strahlenbrechung nahe am Horizonte außerst une regelmäßig ist, und oft sogar durch sie die Winkel vergrößert werden, die eigentlich kleiner erscheinen sollten, und umgekehrt.

Bu S. 305. Die Sommeringische Deffnung den Metina ist so klein, daß sie nicht den geringsten Mans gel im Sehen veraulassen kann, da die Blutgefäße jener garten haut viel breiter sind, als sie, und dem Sehen dennoch nicht schaden.

- 3. S. 344. Dier ift ber fcidlichfte Ort die wiche tigen nenen Entbedungen bes herrn herschel anzwe führen.
- I. Er bat gefunden, bag in bem Sonnenlichte fic anger den erleuchtenden Strabfen febr viele nicht erleuchtende befinden, melde Die Rorner, auf Die fie fallen, ermarmen. Benn man bas Sonnenlicht mit einem Driema auffangt, fo fallen bie nicht erleuche tenden Strablen unter bas rothe Licht, welches am wenigsten gebrochen wird, aber über bem violetten Andet man deren feine. Denn ein Thermometer, welches unter bas rothe Licht, außer ben Grengen bes Rarbenbildes, gebalten wird, fleigt febr merflich; åber bem violetten Lichte aber ift feine Barme angue Und ba bas Thermometer, felbft in einen treffen. beträchtlichen Entfernung bom rothen lichte, immer noch Barme anzeigt, fo folieft Seve Berfchel bars aus, daß die erleuchtenden Strablen im Sonnenlichte von ben nichterleuchtenben an Menge mabriceiulich weit übertroffen merben.
- 2. Dr. herschel bat entdedt, daß das licht im bifcher Rouper dem Sonnenlichte, auch in Ansehma

der nicht erlenchtenden Strahlen, völlig ähnlich ik, und daß diese Strahlen eben so, wie die erlenchten den, durch Spiegel zurückgeworfen, durch Gläser gebrochen und durch Linsen verdichtet werden können; daß sie überdieses um desto stärter wärmen, je mehr man sie durch hohlspiegel oder Brenngläser verdichtt.

- 3. Er hat bemerkt, daß die verschiednen Farben strahlen, unter gleichen Umständen, eine sehr wir schiedne Kraft zu erwärmen haben. Je weniger bricht bar ein Farbenstrahl ist, um besto kärfer erwärmt it. Daher erwärmt das rothe Licht stärfer, als das griv ne, und zwar im Berhältnisse von 2½: 1. Dis grüne erwärmt kärfer, als das violette, im Berhältnisse von 3½:2½ öber von 7:5. Auch die nicht erleuchtenden Strahlen erwärmen sehr kart, und die größte Krast der Erwärmung im prismatischen Farbenbilde scheint nahe am rothen Lichte in den dun seln Strahlen zu liegen.
- 4. Dagegen ift die Erleuchtung swifden ben gelben und grunen Lichte am ftartften. Je weiter eine prismatische Farbe von dieser Grenze, es sauf der einen oder der andern Seite, entfernt if, um defto schlechter erleuchtet fie.
- 5. Endlich hat herr herfchel gefunden, daß beiße Rorper, welche durch die hiße zulest leuchtend werden, furz vorber, ebe fie glaben, eine Menge nicht erleuchtender Strafien ausstromen, durch welche fie alle Rorper erwarmen, die jenen Strafien ausges fest find.

Diese Erfahrungen scheinen zu beweisen: def fein Lichtstrahl leuchten oder erleuchten fann, wenn nicht in ihm der positive und negative Lichtstoff in hinlanglicher Menge vereinigt ift; daß ebendeshalb gewisse Strahlen gar nicht leuchten, weil in ihnen der eine Stoff entweder gang rein, aber nut sehr

wenig mit bem andern Stoffe gemischt ift; daß in dem Lichte der Sonne, und aller brennender oder glubender Körper überhaupt, febr viele Strahlen bes findlich find, die fast bloß aus positivem Stoffe bes stehn; und daß dieser Stoff vorzüglich ftark erwarmt.

Daraus laßt fich fehr leicht begreifen:

- 1) warum die nicht leuchtenden positiven Strabe Ien , : beren Stoff bon ben meiften Rorpern fomacher angezogen wird, als ber negative Lichtftoff, am wes nigsten brechbar find, und warum fie alfo von einem 🗫isma, auf welches Licht fällt, unter die rothe Grenze des Karbenbildes gebrochen, über der violets ten Grenze aber gar nicht angetroffen werben. aber jene Strablen bier einen Raum einnehmen, Der noch größer ju fenn icheint, als ber Raum des gans gen garbenbildes, rubrt vielleicht baber, bag in ibm Der positive Stoff nicht gang rein, fondern noch ims mer in verfcbiebnen Abstufungen mit etwas negatis vem Stoffe gemifcht ift. Daber fceinen auch Diefe Strablen jumeilen burch die Berdichtung unter ges wiffen Umftanden leuchtend ju werden. fommt, daß bas Peisma nicht alle Strablen von gleicher Brechbarteit genau jufammenbringt, fondern fie immer etwas jerftreut. Indeffen geben unfehlbap Diefe nicht erleuchtenden Straflen, wenn fie mit ben erleuchtenden jugleich in unfer Auge fallen, bem weis Ben Lichte feine Starfe und feinen eigenthumlichen Rarafter.
- 2. warum die nicht erleuchtenden oder dunkeln Strahlen eben fo juruckgeworfen und gebrochen wers den, wie die erleuchtenden, und warum ihr Bermde gen zu erwärmen mit der Verdichtung zunimmt. Denn fie find mahre Lichtstrahlen, und haben daben auch die Eigenschaften der übrigen Strahlen, nur daß sie nicht erleuchten.

# 514 Bufdhe und Berbefferungen.

- 3. warum bie Rarbenfrablen um beffe farter warmen, je mebreren pofitiven Lichtftoff fie enthalten, und je weniger brechbar fie baber find. Rabe unter ber rothen Grenge bes prismatifchen garbenbildes ift Die Erwarmung am ftarfften, weil bier ber pofitive Stoff am reinften und am dichteften ift. Beiterbin wird er immer mehr gerftreut und verdannt. fen muß man bie Barme, welche bas Connenlicht erzeugt, nicht bloß ben bunteln Lichtftrablen aufchreb ben, obgleich felbft Derr Derfchel diefe Muthmagung gu begunftigen fcheint. Denn and Die prismatifden Karbenftrablen an fich warmen, und zwar die rothen Strablen ungefahr eben fo fart, als bie bunfein, ungeachtet biefe, wegen ihrer geringen Brechbarfeit, durch bas Prisma abgefondert und anger Die Scens zen des Farbenbildes getrieben merden. lleberbiefed maßten, wenn bas lenchtenbe licht gar nicht warmte, belle und bunfle Rarben fich in ber Sonne mabes fceinlich gleich fart erwärmen, welches boch aller Erfahrung gerabe miberfpricht.
- 4. Warum die Erleuchtung, die von einer gleiche formigen Mischung des positiven und negativen Liches koffs abhängt, da, wo diese Mischung am gleichfors migsten ift, das ist: zwischen dem Gelben und Grabnen, am stärsten ift. Je größer der Mangel des eis nen oder des andern Stoffes im Farbenlichte wird, um desto schiechter erleuchtet es.
- 5. warum endlich ein heißer Korper, ber durch Sige julest leuchtend wird, turz vorber, ehe dieses geschieht, bloß den positiven Lichtstoff, den er am schwächsten juruchalt, fahren, und allererst in der Folge, ben immer junehmender Sige, auch den ans dern Lichtsoff ausströmen läßt.

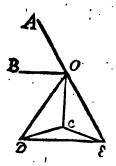
: Dietaus laffen fich bie Erfcheinungen ber jurade geworfnen Barme, von welchen bereits im zwepten Bande die Rede mar, obne alle Schwierigfeit em flaren, und man fann bie nicht erleuchtenben ober Dunfeln Lichtftrablen auch marmende Strablen, ober, wenn man will, Barmeftrahlen nennen. Rur muß man fic baben feine ftrablende Barme gedenten. Denn jene Strablen find, wie auch herr herfchel verfichert, feinesmeges warm, fondern wahre Lichtftrablen, welche urfprungliche Barme erzengen. fann man bie Ermarmang burch beife Rorper feis nesweges bloß ihnen jufdreiben. Denn beife ober warme Rorper marmen lange vorber, che fe ju gluben anfangen, alfo ju einer Beit, wo fie woch gar feinen Lichtftoff ausschicken. Ueberdiefes ift ibre Ermarmung oft blog relativifd, und berfeibe Rorper fann einen faltern ermarmen, indem er ju Mit einem eleicher Zeit einen warmern erfaltet. Borte: es giebt eine mitgetheilte Barme Die man bon ber urfprunglichen forgfaltig unterfceiben muß.

Ju C. 358. Dols, Kartoffeln und andre Pflans senkörper leuchten oft, indem sie faulen. Man neunt dieses Leuchten mit Unrecht ein Phosphoress ziren, da es sich von dem Leuchten des Phosphores wesentlich unterscheidet, und auch da, wo gar keine sauernde Luft ist, in der Leere des Toricelli, unter Wasser, Del u. s. w. Statt sindet. Es scheint vielmehr elektrischer Natur zu sepn, und durch alless aber, was die Fäulniß befördert, unterhalten, durch alless aber, was die Fäulniß hindert, geschwächt oder vernichtet zu werden. Eine ähnliche Beschaffenheit hat es mit dem Leuchten saulender voer auch ser bendiger Thiere, der Johannswurmchen, Medusen u. s. w.

### 516 . Bufage und Berbefferungen,

Uebeigens leuchten Fluffpat, Fenerfteine und biele andere Rbiper, wenn man fie gehörig erswärmt oder ftart reibt, nicht nur im Baffer, sondern auch in jeder jum Athmen untauglichen Luftart.

Bu C. 434.



Es fen in O ein lothrechtes fpiegelndes Theilden, auf irgend eine Art geftellt, (g. B. ein Bunft auf der fpiegelnden Oberflache einer lothrecht in ber Luft bangenden Gisnadel) und AO ein auf Daffelbe fallender Lichtstrahl, der in OD jurude geworfen wird/ fo ift das Einfallsloth OB boris iontal und AOB = BOD. Man giebe baber aus irgend einem Puntte D bes juructgeworfnen Strable, DE mit BO parallel, also horizontal, und verlangere bie Linie AO, bis fie mit DE in E jusammenläuft; so ift ODE = BOD und OED = A'OB, also ODE = OED, und Das Drepect ODE gleichfchenflicht, alfo OE = OD. Schneidet nun die horizontale burch DE gefette Ebne Die aus O gezogne Lothlinie OC in C, und giebt man CD, CE, fo entftehn ben C die rechten Binfel OCD, OCE, und Die Dreps ede ODC, OEC werden einander gleich und

Shulich. Denn legen wir eines diefer Drepede auf das andre, so daß die Seite OC beiden gemein bleibt, so fällt CE auf CD, und da die Hyposthenusen OE und OD einander gleich sind, so muß auch CE = CD sepn. (Einl. 39.) Folgis lich sind auch die Wintel OEC und ODC eins ander gleich. Bon diesen uber drückt der erstre die Reigung des jurückgeworsnen Strahls gegen die Horizontaledne aus. Also sieht unser Auge, wenn es sich in D befindet, das Bild von O als lemal unter einem Wintel, welcher der Sonnens böhe gleich ist.

## Bierter Band. Erfte Abtheilung.

Bu S. 52. Rach einer Menge fehr genauer Beobachtungen ift in Frankreich am Ufer des Mees res, ben einer Warme von 10 Franzbsischen Gras den, die mittlere Sohe des Barometers von 28" 28".

Bu S. 209. Eigentlich kann man wohl Tras banten, deren Reigung gegen die Ekliptik fast 90 Grade beträgt, weder rechtläusig noch rückläusig nennen. herr Delaplace glaubt nicht, daß diese rückläusig senn sollenden Trabanten eine Ausnahme von der allgemeinen Regel machen werden, sobald man ihre Ebneu auf den Sonnenäquator bezogen haben wird, auf welchen man sie eigentlich bezies hen muß. Ihre Reigung wird alsdann auch kleis ner senn.

3. C. 221. Biele berühmte Aftronomen zweis fein an der Richtigfeit ber Angaben bes herrn herschels in Anfehung bes Mars. Rach ihren Beobachtungen beträgt die Abplattung bes & nur XI,

3u S. 225. Nach herrn Schrieters vouern Ses abachtungen breht Merfur fich in 24 Stunden um seine Are, und hat sehr hohe Berge auf seiner Obers fläche, so wie Benne.

Ju S. 259. Wenn das licht gegen die Welstser per schwer ware, so mußte es durch sie, nachdem es don ihnen ausgeströmt ist, in seinem Laufe nach und nach immer verzögert werden; ja es könnte Sonnen von so großer Wasse geben, daß ihr licht gar nicht bis zu uns gelangen könnte. Allein nach der höchsten Wahrscheinlichkeit hat das licht gar keine Schwere, vogleich es dem Anziehn, welches ich das elektrische nenne, unterworfen ist. Dieses richtet sich nach ganz andern Gesegen, als das Anziehn der Schwere, und ich habe daher hier und in der Folge allenthals ben verausgesetzt, daß das Licht nicht schwere ist.

# Bierter Banb.

# Zwente Abtheilung.

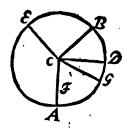
Bu S. 23. Das Anglehn ber Erbe und ber irbis fichen Rorper hat auch hert Cavendist durch sehr finns teiche Bersucht bestätigt; aus welchen er hertelter, buß die Erbfugel fast  $5\frac{1}{2}$  Wal dichter ift, als Waffer. Silberts Annulen ber Physit II. 1.

3. S. 76. Selbst die Nordsee verhalt fich, wie ein kleines Meer. Sie erhalt ihre Sbe und Fluth bloß durch den Kanal von Calais, und man spart daßer dieselbe an den danischen Kuften sehr wenig. Bloß von der Stavangerbuche an erhalten die Normwegischen

wegifden Ruften über Schottland ber ordentliche Cbbe und Kluth, die weiter nach Morden gu an jenen Ruften immer ftårfer wird.

Bu G. 141. Man nennt alle Bendel, Die fo eine gerichtet find, baf ben Barme und Ralte ibr Gang immer gleich gefdwinde bleibt, auch Rompenfas aionspendel.

Bu G. 154.



Man fann die Zeit, in welcher fich die Unrube einer Taschenubr einmal schwingt, auf folgende Art bes Es fen ADBEA der Umfang, und C ber Mittelpunft ber Unruhe, an deren Spindel eine Spiralfeder angebracht ift. Es fen ferner irgend ein Punft jenes Umfanges in A, wenn die Unruhe rubt, ' und Die geber gar nicht gespannet ift; und er gebe burch ben Bogen BA, AE bin und ber, wenn bie Unruhe fich schwingt, so, daß AB = AE ift, die Reibung aber und andre hinderniffe werden burch die Sauptfeder der Uhr erfest. Man fiebt leicht, daß die Spiralfeder um befto ftarter gefpannt mird, je weiter jener Punft fich auf Diefer ober jener Seite bon A entfernt, und ich nehme an, daß die Rraft ber Beber fich gang genan, wie die Entfernung von A nach bem Bogen, oder wie der Binfel ACD (wenn jener Punft in Dift) verbalt; meldes auch, Dube Datutl. 4. 26. 2, Mbtb.

der Erfahrung zufolge, ben guten Uhren wirflich Statt findet. Endlich fep bas Bewicht oder Die 28 talfraft, welche am Umfange der Unrube, nach der Richtung ber Berührungslinie, angebracht werden muß, um jenen Buntt aus A bis nach D ju giebn, = P; ferner fen CA = r, BA = h, AD = 4 und die Daffe ber gangen Unrube und aller fic fowingenden Theile = M. Sowingt fic nun bie Unruhe eben fo, als wenn ihre gange Daffe im Punite F vereinigt mare, beffen Entfernung von C namlid CF = q ift; fo ift F ber Mittelpunft ber Somin gung, und eine ber Daffe M gleichgultige Raffe in A angebracht, mußte  $=\frac{Mq^3}{r^2}$  fepn. Rraft P in D mit der Rraft der Spiralfeder im Bleichs gewichte, alfo ihr gleich ift, fo muß die Elementats fraft jener geber in D = P:  $\frac{Mq^2}{r^2}$  ober =  $\frac{Pr}{Mq^4}$ Dir wollen fie b nennen. 3ft nun G irgend fenn. ein andrer Punft swifden A und D im Umfange ber Unruhe, und AG = x, fo wird die Elementarfraft der Feder in  $G = \frac{b x}{a}$ .

Nun ist überhaupt cdc = 2gfdx, also in unserm Falle, wenn unser Punkt aus B durch G nach A geht (und daher bep G das Differenzial des Raums = -dx ist), im Punkte G, cdc = -2gbxdx, und daher  $c^a = C - \frac{2gbx^a}{a}$ . Danum in B die Geschwindigkeit c = 0 und x = h ist, so wird  $C = \frac{2gbh^2}{a}$  und  $c^2 = \frac{2gb(h^2-x^2)}{a}$ , also die Geschwindigkeit  $cin G = \sqrt{\frac{2gb(h^2-x^2)}{a}}$ .

Bu E. 176. Wenn man auch die herschelschen Bestimmungen in Unsehung des Mars verwerfen wollste, so bleibt es dennoch immer gewiß, daß seine Ses kalt, auch ben der geringern Abplattung von 1/81/2000 ber Theorie sehr abweicht.

Bu G. 180. Rach den neuesten Französischen Meffungen, die mit einer fast unglaublichen Genauigs feit gemacht worden sind, halt der mittlere Grad der Erde nicht 57027, sondern nur 57008 Pariser Rlass tern, und die Abplattung der Erde müßte nicht  $\frac{1}{3333}$  sondern nur  $\frac{1}{344}$ , betragen. Darnach ist auch die Lafel S. 182 zu verbessern, wo man sieht, daß der Unterschied zwischen dem gemessen und berechneten mittleren Grade nicht — 24, sondern nur — 5, beträgt.

Bu C. 181. Wenn man die efliptifche Arummung Der Erdmeridiane voraussetzt, und den mittleren Frans zöfischen Grad mit dem unter dem Aequator gemesnen Grade vergleicht, so beträgt die Abplattung der Erde, wie ich schon gesagt habe, nur  $\frac{1}{3\frac{1}{3}4}$ , und so hoch nimmt ke jest auch der berühmte Französische Afros nom Dr. Delalande an. Allein er gesteht juglich selbst, daß eine Ellipse, welche durch die nenn in Frankreich aufs genaueste gemesne Grade gienge, der Erde eine Abplattung von  $\frac{1}{12}$  geben würde, und daß diese Abplattung mit dem in England gemesne Längengrade übereinstimme. Indessen leitet er dies von einer lokalen Unregelmässische fer, die aber worder vom Anziehn der Berge noch von der Ungewiss heit der Beobachtungen herrühre.

Bu C. 210. Man hat vor einigen Jahrn im Burtenbergischen angefangen Seile wie Schläuse ju weben und nicht zu drehen. Diese zundgewehren Seile waren leichter, wohlfeiler, geschmeidiger und Berhältniß viel starter, als die gewöhnlichen

Zu S. 237. Dar größer als x ist, so wird 1— $\frac{1}{r^2}$  ein wirklicher Bruch. Da nun das Quadrat eines jeden wirklichen Bruchs kleiner ist, als der Bruch selbst, so ist auch 1— $\frac{1}{r^2}$  kleiner, als  $V(1-\frac{1}{r^2})$ , also t kleiner, als  $\frac{1}{r^2}+V(1-\frac{1}{r^2})$ .

Bu S. 375. Hier wird angenommen, daß der Punkt C, wenn die Rugel sich in ihrem naturlichen Zustande besindet, merklich von D entsernt ist; ben dem Stosse aber, indem die Rugel abzeitatet wird, dem Punkte D so nahe kommt, das seine Entsermung von ihm als o angesehen werden kann.

3. S. 396. So gewiß es ift, daß der Schall, wenn er aus ber luft burch andre Rorper geht, gefdmacht wird, fo wenig fann man laugnen, bag er, wenn man ihn blog durch harte Rorper forts leitet, oft viel farter ift, als wenn er in ber Luft fortgeht. Durch einen zwischen ben Bahnen gehaltnen und an einen tonenden Rorper geftemme ten Stab bort man ben Schall beffelben ben vers ftopften Ohren vorzüglich Deutlich. Aber in Dies fem und allen übrigen abnlichen gallen gittern bie Theile ber harten Rorper, burch welche ber Schall geht, jugleich mit. Daber wird burch fie ber Schall nicht bloß, fo wie durch die Luft, fortges leitet, fondern jugleich auch verftarft, und oft febr merflich verandert.

In ben Figuren ift folgenbes ju verbeffern.

## Erfter Theil Bufåge.

Taf. A. In der II. Figur muß von E nach F eine gerade Linic ausgezogen werden.

## Dritter Theil.

- I. Taf. In ber 12 Figur muß von B nach D eine ger rade punktirte Linie gezogen werden.
  - In der 24 figur ift von C nach B eine gerade Linie auszuziehn.
- II. Taf. In der 31 Fig. fehlt der Buchftabe I am Umfange des Arcifes zwischen D und E.
- III. Caf. In der 46 Fig. fehlt C am Mittelpunfte, wie auch die Berührungslinie HI an a.
  - In der 48 fig. muß von E nach d eine gerade auf BD fenfrechte Linie zwischen ED und EA punts tiet werden.
  - In der 53 Kig. muß man von B nach D, und von D nach F, gerade Linien punktiren.
- IV. Taf. In der 69 gig. muß der Punft I in den Ums fang der halbfugel AEB fallen, und von C nach I,

wie auch von C burch G nach E, eine gerade Lis . nie punktirt werden.

- V. Taf. In der 73 fig. muß aus n, mitten swischen E und B, eine punktirte Linie n L senkrecht auf EI gezogen, und die aus D auf EI fenkrechte Linie geloscht werden.
  - In der 76 Figur find die geraden punftirten Linien FM und fM auszuziehn.
  - In der 77 Sig. ift bon O nach G eine gerade Lie nie ju punftiren.
  - In ber 81. Fig. von F nach m eine gerade Linie ju punftiren.
  - In ber 83 Sig. ift aber N, anftatt M, H ju fegen.
- VI. Zaf. In der 2 Fig. muß man die gerade Linie EF ziehn.
  - In der 6 Fig. muß das Ende der durch B, A und C gehenden Linie mit E bezeichnet werden.
  - In der 14 gig. fehlt C am Mittelpunfte.
  - In der 15 Kig. fehlt am Spiegeldurchschnitte H, oben zwischen A und M, und I unter L. Die Linie DB muß geloscht und dagegen DE gezogen werden, welche von AB in G durche schnitten wird. Ferner find aus A nach O, und ans N nach F, punktirte Linien senkrecht auf LC zu ziehn
- VII. Taf. In der 16 Fig. ift die gerade Linie AC auszuziehn.
  - In der 17 Fig. ift unten, wo HG auf den Spiegel fibst, I ju sepen.

- In der 19 und 22 Rig. ift unten I an den Spies gel ju foreiben.
- In der 29 Fig. ift aus A ans Ende der Unie BH eine gerade Linie auszuziehn.
- In der 30 Fig. ift die punftirte Linie EC gang auszuziehn, und I, anftatt P, ju fegen.
- VIII. Taf. In der 31 Kig. fehlt A am Ende der geras den Linie ACB, und FC muß bis in G fortges gogen werden.
  - In der 33 fig. muß R bicht an Q ftebn.
  - In der 37 und 38 Fig. muß H da stehn, wo jest I erscheint, I aben weiter von L entfernt, und beshalb die Linie ALH oder BLH etwas vers langert werden.
  - In der 40 Kig. muß SBH bis in M verlängert werden. Auch fehlt vorn an der mit SO per rallelen SE der Buchstabe S.
  - In der 42 Fig. fehlt I unten an der Sinfe.
  - In der 43 gig. fehlt T über S.
- IX. Taf. In der 54 Kig. muß CT durch A gehn.
  - In der 56 Fig. fehlt am Rreise, über A und F, ber Buchftabe E. Ferner ift CE ju punttiren.
  - In der 60 Fig. follten E und e hoher, gegen A su, stehn, und Ceq follte eine gerade Linie fepn.
- X. Taf. In der 62 Fig. fehlt B unten an der erhabs nen, und E unten an der hohlen Linfe.
  - In der 63 Sig. fehlen E neben A, und F neben B, wie auch a unter A, und b unter B.
  - In der 64 fig. muß D tiefer und weiter gegen S über der zwepten geraden Linie ODd fiebn.

In der 69 Fig. fehlt S, vben über C, an der Linie SQ. In der 72 Fig. fehlt C in der Mitte der Linfe, unter F; wie auch L am Ende der geraden Linie EBCL.

## Bierter Theil.

- III. Taf. In der 35 Kig. fehlt H über O. Es muß
  OH = OC fepn.
  - In der 38 Fig. ift die aus C mit LF und IE pas rallel gezogne Linie zu loschen.
- IV. Laf. In der 78 Fig. muffen E und M bober ftebn, an den Enden der durch L gebenden mit AB parapelen Linie.
- V. Taf. In der 98 Fig. muß D swifchen A und C ftehn. In der 101 Fig. muß FI bis in E fortgezogen werden.
- VI. Zaf. In der 111 Fig. find von C nach I und G gerade Linien gu giebn.
  - In der 122 Fig. muß neben D, fatt a, d fiebn.
- VII. Taf. In der 134 Fig. ift die Ellipse durch AM und GO auszuziehn.
  - In der 145. Fig. muß die gerade Linie CM auss gezogen werden.
  - In der 149 Fig. muffen aus dem Mittelpunfte F die fleinen punktirten Areisbogen Dd und Bb gezogen werden.
- VIII. Laf. In der 154 Fig. muß D tiefer, am Rreis fe ADB, stehn und CD aus C, auf den

Durchichnitt von NDE und ADB, gejogen werden.

In der 155 Fig. muß AET mit BF parallel fenn und Me fentrecht auf mo ausgezogen werden.

In der 156 fig. ift A, anftatt H, ju feben.

In der 162 fig. ift die gerade Linie CD ausjujiche.

In der 165 Fig. muß der oberfte Punkt des auf AD fentrechten Salbmeffere mit B bezeichnt werden.

In der 173 Fig. ift der Bogen fKD bis bank zuzichn.

## Berbefferungen bes britten Banbes.

- S. 1. 3. 3. von unten. Anftatt: nach Lange lies: nach ber Lange
- S. 9. 3. 10. Anftatt : Sypotenufe lies: Sypothenufe
- 6. 10. 3. 3. von unten. Anftatt :- find lies : fein
- S. 14. Bu 28 gehort die 12 gigut
- S. 32. 3. 5. Anftatt: Boll, 864 lies: Boll, ober 864

   3. 12. Anftatt: hiefige Barfchauer lies: ehemalige Barfchauer
- S. 33. 3. 26. Unftatt: AB = BC lies: AB = AC
- S. 69. 3. 19. Unftatt: Ergangungewintele lies: Ergans jungewintel
- 6. 74. 3. 19. Unftatt: gerabe Linien lies: gerabe Linien DE, FG
- S. 75. 3. 2. Anftatt: FCO fles: FCH
- Ø. 78. 3, 2. von unten. Anftatt in DF, lies: in HF.
- S. 79. 3. 11. Unftatt: CB fies; AB.
- S. gr. 3. g. Anftatt: BI lies: und BI
- 6. 85. 3. 7. Anftatt: Linie lies: Linie BD
- S. 92. 3. 3. Anstatt: ABHG lies: ABIG
- S. 95. 3. 23 und S. 96. 3. 21. Anstatt: burch bie Are lies: langs ber Are
- S. 98. 3. 19. Anstatt: hålt 47,3 lies: hålt bepnahe 47,3 S. 116, 3. 10. Nach u. f. w. sehe hinzu: zusammengeseht.
- S. 117. 3.4. Anftatt 2 log. 32 lies: 2, log. 32
- 8. 23. Unstatt 3 log. 32 lies: 3, log. 32
- S. 131. Bu ihr gehort bie 76 gigur.
- S. 132. 3. 14. Anftatt: auch Ef lies: auch Gf
- D. 149. 3m Abfage 241 muß immer I, anftatt s, gefcht werben.
- S. 151. 3. 7. Anstatt: und das lies: um das
- S. 156. 3. 9. Anstatt: Es sep lies: es fep
- 6. 157. 3. 14. und 15. Anstatt: eines Lichts, welche auch lies: oft
- 6, 162. 3. 18. und 20, Anffatt a lies: as
- S. 167. 3. 3. und S. 182. 3. 3. von unten. Anstatt Taf.
  I lies: Taf. VI.
- S. 170. 3. 18. Anstatt mit 16 Zollen fles: mit dem Quas drate von 16 Zollen
- 6. 173. 3. 16. Unftatt halten fcbreibe: halten. 1

- 6. 179. 3. 20. Anffatt: Denn es verhalt lieb: Dem et verbält fic
- S. 191. 3. 20. Anftatt: bes Gegenftande lies: bes Gu genstandes
- 6. 197. 3. 4. Anftatt: fec lies: fechs
- 6. 203. 3. 7. von unten. Anftatt: Bewegung liet: Ber gremung
- 6. 204. 3. 27. Anftet: auch Straften lies: auch fenti ge Strahlen
- 6. 223. 3. 2. von unten. Anstatt: Efdinthenfiche lies: Tidirnbaufiche
- Ø. 229. 3. 1. Anftatt: ₹58r ober b lies: ₹58r, ober b S. 234. 3. 17. Anstatt: als wenn wir in lies: als wenn
- wir fie in 6. 235. 3. 6. Ift eigentlich wegzustreichen.
- D. 238. 3. 2. Anftatt: vereingen lies: vereinigen
- 6. 248. 3. 2 von unten. Anftatt: fo gar oft lies: of fo
- S. 153. 3. 26. Anftatt: Lufttheilden lies: Lichtheilden
- S. 261. 3. 27. Anftatt: Baumbl lies: bas Baumbl
- 6. 265. 3. 17. Anftatt: fo wurde er lies: fo wurde ber
- lettre Sinus S. 276. 3. 7 und 8. Anftatt: jufammenfchiefen lies: pu fammenfoliefen
  - unterfte Zeile. Anftatt: Jebe gerabe lies: Jenegerabt
- 6. 280. 3. 14. Anftatt: BFf fies: BF, f.
- S. 282. Z. 11. Anstatt: Mun ift lies: Außerdem ift S. 290. Z. 1. Anstatt: bey ihr lies: bey ihm
- S. 292. 3. 1. Anstatt: Es ift wird lies: Es wird
- S. 293. 3. 5. Anftatt: Drepede OMC fles : Die Dieg ecte OMC
- 6. 296. 3. 13. Anftatt: fortgienge lies: fortgiengen
- S. 297. 3. 20. Anstatt: Materie lies: Materien
- 6. 312. 3. 18. Anftatt: fich in B lies: fich in A
- S. 343. 3. 4. Anftatt: Lufttheilden lies: Lichttheilden
- 6. 376. unterfte Beile. Anftatt: ben Rreis BEDFB fiel: einen Rreis BEDB
- S. 379. 3. 22. Unftatt: Die Brechung jeigt lies: Die Bei rechnung zeigt
- S. 389. unterfte 3. Anftatt: und F lies: um F
- S. 395. 3. 20. Anftatt: ober baf, lies: ober baf fd, 6. 398. 3. II. Anftatt: nach berfelben lies: nach benfelben
  - 3. 26. Anftatt : benn man fich lies : ben man fic

- 6. 403. 3. 18. Anstatt: fo war alebenn lies: fo ware alebenn
- S. 407. 3. 27. Anstatt: Krummungen, wodurch lies: Krummungen ju geben, wodurch
- S. 426. 3. 2 u. 3. Anftatt: fich halten lies: fich fo vers balten
- S. 434. 3. 2. Anftatt: mit jedem einen lies: mit jedem horizontalen Durchschnitte berfelben einen
  - 3. 6. Anstatt: Eisfpigen lies: Durschnitte ber Eisspigen
- S. 435. 3. 17. Anstatt: baß parallele Sonnenstrahlen lies: baß parallele von der Sonne erleuchtete Streis fen von Dansten
- 6. 438. 3. 4. Anstatt: aus einem sies: aus jenem. Auch muß in ber hieher gehörigen 65 Fig. die Linie CGI bis in b fortgefest werden, und n hoher fiehn, als b.
- S. 447. 3. 18. Unftatt: 96 + 3c ober 96 Tx Bolle lies: 3 + 3c ober 3 Tx Bolle.
- O. 462. 3. 13. halben ift megguftreichen.
- S. 463. 3. 19. Anstatt: (Augometres) lies: (Auxometres)
- C. 507. 3. 11. Unftatt : gerichnittnen lies : gefchnittnen.

## Berbefferungen des vierten Bandes.

#### Erfte Abtheilung.

- Inhalt S. IV. 3. 13. Anftatt: verflogne Urfachen lies: verflogne. Urfachen
- S. 23. 3. 26. Anftatt: AS lies: AG
- S. 26. 3. 4. Anftatt: (Fig. 115) lies: (Fig. 113)
- S. 44. 3. 9. Anftatt: und besthalb macht lies: und es macht
- 6. 56. 3. 10. Anstatt: ber Reunzigsten lies: ben Reuns zigsten
- 3. 28. Anstatt: Es schein also lies: Es scheint also S. 66. 3. 5. Anstatt: Diese aus jenem, lies: Diese aus jenen.
- 6. 85. 3. 15. Anstatt: STCe lies: STC, e
- D. 93. 3. 15. Anftatt = ift + gu feben.
- 6. 98. 3. 3. von unten: Anftatt: Stellen Sie fich an lies: Stellen Sie fich Diefelbe an

6. 113. 3. 22. Anftatt: fGg lies: fPg. Eben 63. 27. lies: P anftatt G, und in ber unterfien 3. CP, anstatt CG, und FCP anstatt FCG.

6. 120. 3. 3. Anstatt; daß fich lies: daß fie fic

S. 131. 3. 19. Anftatt: (Fig. 8) lies: (Fig. 9.)
S. 158 3. 8. Anftatt: Daher verhalt lies: Daher mr halt fich

6. 163. 3. 1. Anftatt: ommt, lies: fommt,

6. 174. 3. 2. von unten. Anftatt Ff lies : FI

6. 188. 3. 25. Anstatt: Go ift auch dem lies: 60 ift auch in dem

6. 234. 3. 2. Anstatt: 3 fege 4.

6. 244. 3. 15. Anftatt: BAH lies: DAH

🕏. 250. Z. 3. Anstatt: als ein andrer, lies: als itzend ein andrer

S. 255. B. 10. Anstatt: cot. m. tang. n. lies: cot. " tang. n.

8. 263. 3. 26. Anftatt ADS lies: NDS

S. 273. 3. 7. 8. und 20. Anstatt 25 lies: 28.

€. 285. 3. 12. Anftatt + DC febe + DC2

S. 327. 3. 9., Anftatt: auf biefer lies: auf biefe

S. 356. Bu dem unterften Absahe gehort die 46 Figut

€. 368. 3. 2. von unten : Anftatt :

(tang. m)2

6. 377. Dierher gehort die 33 Figut.

# Berbefferungen bes vierten Bandes.

#### Zwepte Abtheilung.

6. 16.. 3. 15. Anstatt: daß man da, lies: daß wenn da,

S. 17. 3. 9. Unftatt: feyn wird', lies: fein,

S. 46. 3. 9. ift von wegguftreichen.

6. 67. 3. 6. Anftatt: Stauchen lies: Stauen

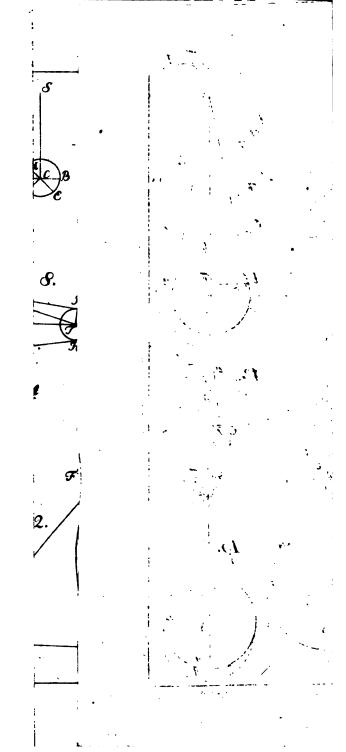
S. 82. 3. 20. nach 3F. LC fuge man bingu: wofar

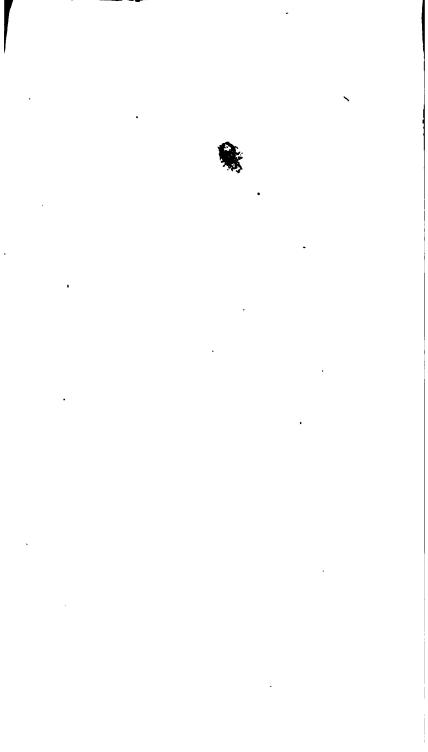
man 3 F . L C fchreiben fann, weil CL, gegen

SC, immer fehr tlein ift.

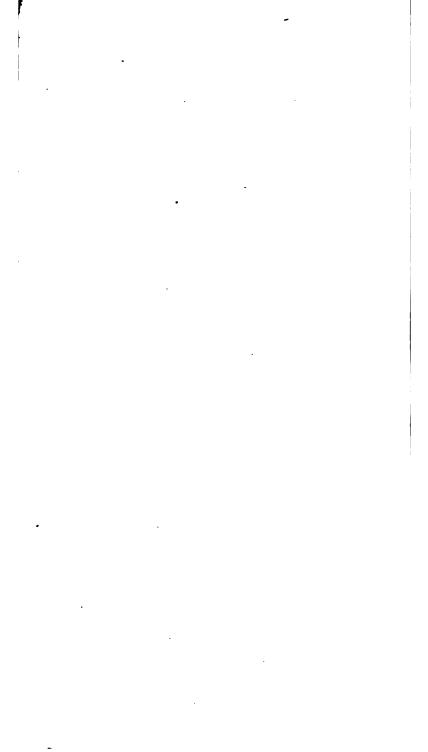
- 6. 84. 3. 3. von unten. Anftatt: (OF: OI:) lief:  $(OF^2 \leftarrow OI^2)$ S. 87. 3. 9. Anftatt E a 6 lies: Ea 5. C. 89. 3. 8. Anftatt: man nimmt lied: man nennt S. 96. Bu bem oberften Abfage gebort die 51 Rigur. 6. 100. 3. 9. Anstatt AM Hes: Am 6. 107. 3. 4. Anftatt: Aushängepunfte lies: Aufhanges puntte S. III. 3. 4. Anstatt O lies: C. S. 135. Z. 14. Anstatt: J. B. 440 lies: J. B. von 440 S. 136. 3. 1. nach Beit füge hingu: bloß burch feine Sowere 3. 3. Anftatt: ein Puntt lies: ein nicht fowerer Puntt 6. 138. 3. 21. Anftatt: fich, VCM, lies: fich, wie VCM, 3. 24. Anftatt: mit jeber lies: mit jener 6. 142. 3. 4. Anftatt: HBa fcreibe man: HB, a, 3. 20. Anftatt: uf fcreibe man: na S. 144. Z. 19. Anstatt — 1 ber Kofinus lies: — 1 ift ber Rofinus S. 153. 3. 7. Anftatt : bie Maierifchen lies : bie verbeffers ten Maierischen 6. 198. 3. 11. Anftatt: AD lies: ED. 6. 209. 3. 7. Anftatt : E lies : FG 6. 213. 3. 5. von unten. Unftatt: ihre Sapfen lies: ihre horizontale Zapfen €. 222. 3. 6. Anftatt : fleiner lies : größer 6. 232. 3. 5. von unten. Sind die Borte: et mas lange wegzustreichen S. 234. 3. 6. Anftatt: eine Lodifraft lies: eine Lotale traft a Ø. 235. 3. 22. ifbnur wegguftreichen. 6. 237. 3. 16. Anstatt: x = V(1 — r2) lies: x =  $V(1-\frac{1}{2})$ 
  - 3. 17. Anftatt: r lies: 2.
  - 3. 18. Anstatt:  $z = V(1 r^2) + 1$  lies:  $z = V(1 \frac{1}{r^2}) + \frac{1}{r^2}$ .
- 6. 239. 3. 3. Unftatt : Sie verhalten lies ? Sie verhalte

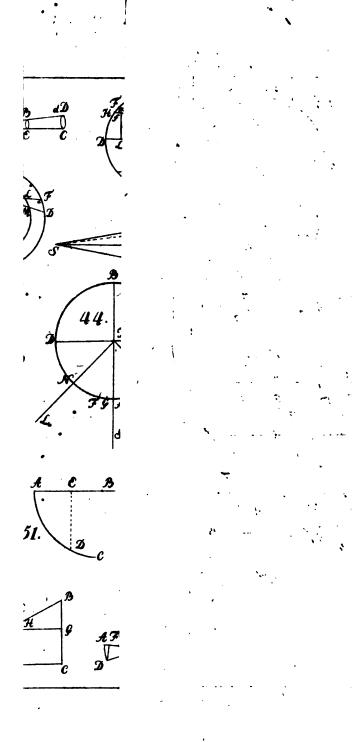
- S. 257. 3. 7. von unten. Anftatt: der Daffe liet: ber Maffe p
- S. 268. 3. 21. ift bie wegjuftreichen.
- O. 269. 3. 7. Anftatt: mußte lies: mußte
- O. 274. 3. 2. Anftatt: Rubitjolle fles: Rubitjolle
- 6. 307. 3. 5. Anftatt : wenn lies : wenngleich
- 6. 311. 3. 6. von unten. Anstatt: wie (K-C) list: fast volltommen, wie (K-C)2
- 6. 316. 3. 24. Anstatt: Estalfraft 520 20 lies: En taffraft von 520 20
- 3. 26. Anftatt:  $\frac{520-20}{500}$  fche:  $\frac{520-20}{520}$
- **6.** 319. 3. 20. Anstatt: ⅔ + x sepe: శ ∓ x
  - 3. 21. Anstatt: + x 5 fege + x3
- 6. 329. 3. 7 und to. Anftatt H febe M.
- 6. 336. 3. 13. Ankatt: wagrechte Deffnung FA lie: lothrechte Deffnung A
- 6. 357. 3. 8. Unftatt: hatten. Da lies: hatten, ba 3. 24. Nach u. f. w. lies: ju x.
- S. 362. 3. 2. Anstatt: den Kaften lies: dem Kaften
- 6. 367. 3. 7. von unten. Rach Atmofphare fete bingu: Denn in diefem Kalle verhält fich die Luft, wie ein fester gitternder Körper, obgleich fie fich dens noch nicht eigentlich schwingt.
- 6. 379. 3. 5. Anstatt; gittert auch bie Euft in den Pfelfen, lies: gittern auch tonenbe Pfeifen,

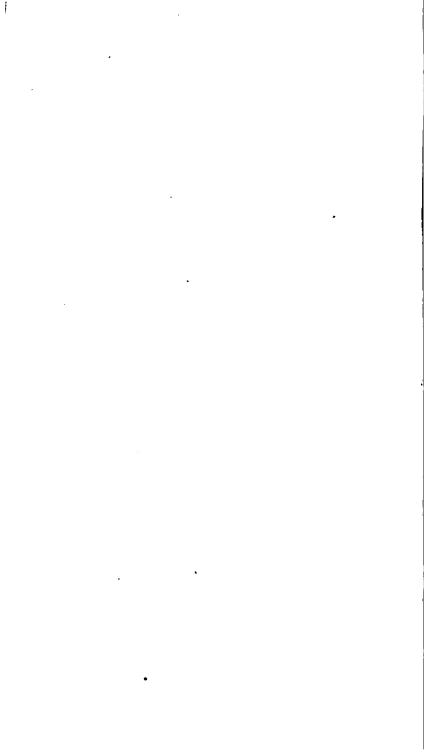




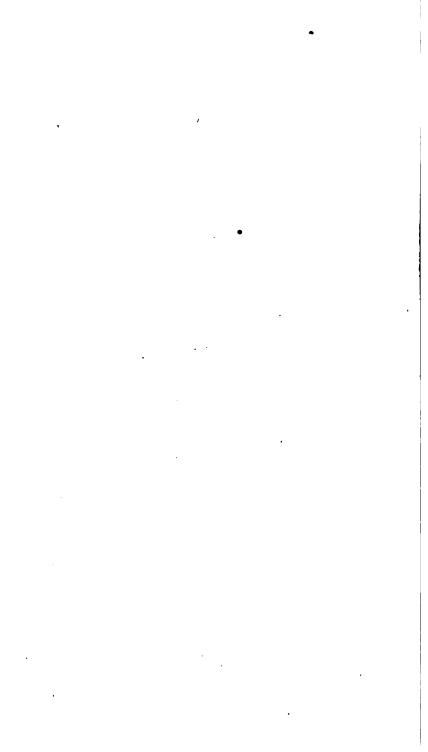
A 20. Ø



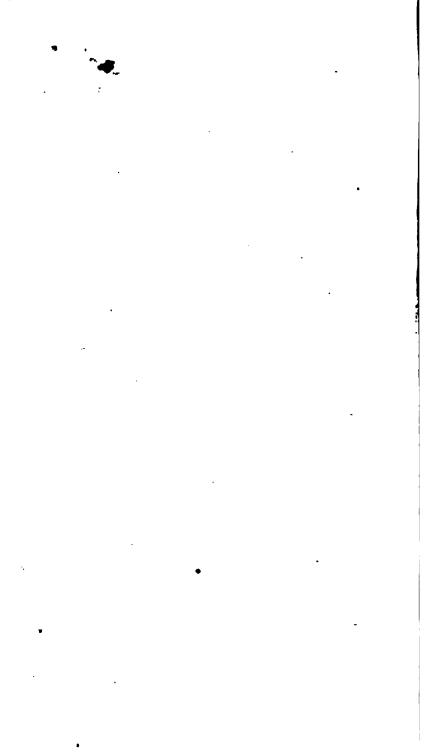


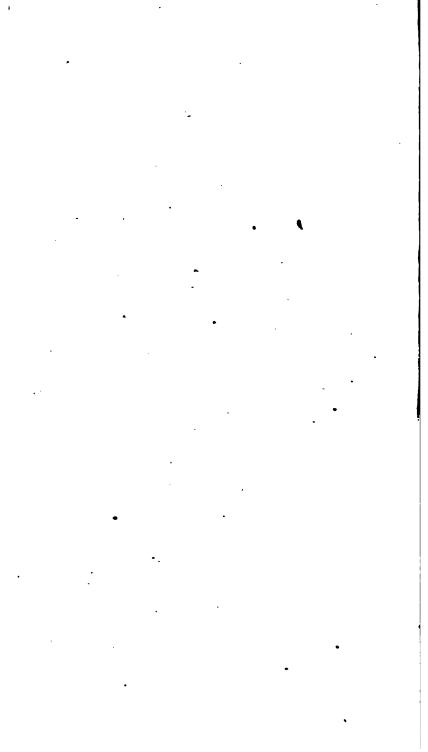


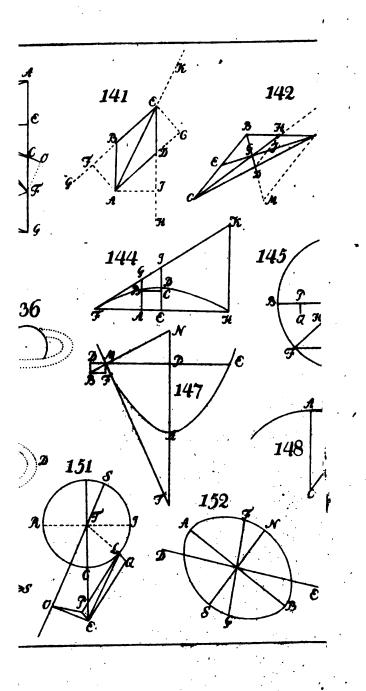
5. H 82

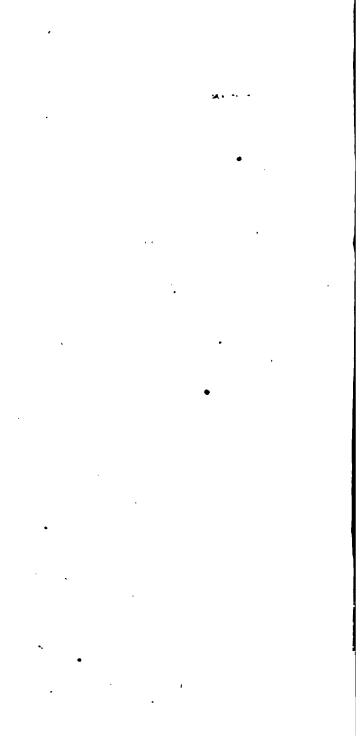


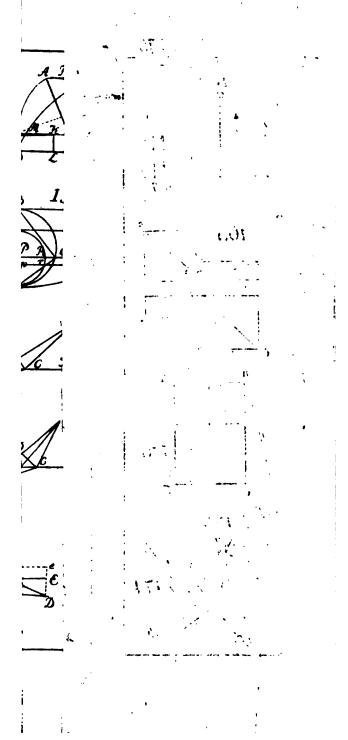
86. . .

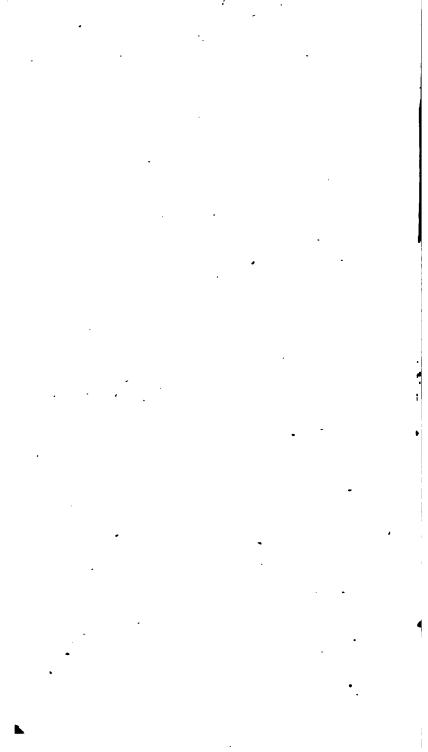


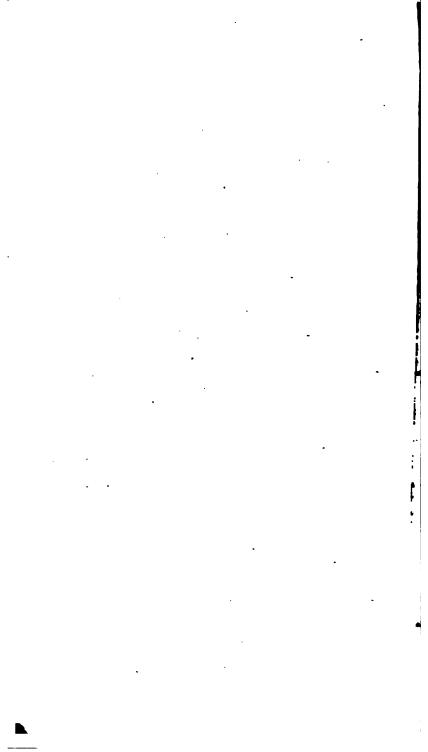


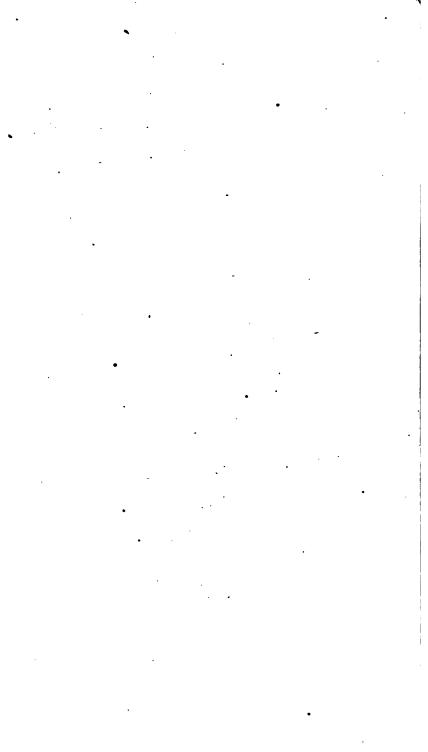












## 14 DAY USE

RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED

# LOAN DEPT.

This book is due on the last date stamped below, or on the date to which renewed. Renewed books are subject to immediate recall.

INTER-LIBRARY	
LOAN	
MAR 4 1965	
REC CIR JUN 29 1984	
REC. CIR. JUL 2'84	
LD 21A-60m-4,'64 (E4555s10)476B	General Library University of California

